yellow 9 5/8 × 6 1/8
inside 9 3/8 × 6

QK1
.R44
1912
v.24

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1912

SHOUT
SHARE
IT

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

Lille. — Imp. Le Bigot Frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Mo Bot. Garden
1913

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1912

Mo Bot. Gar
1913

HISTOIRE NATURELLE D'UN LAC DE MADAGASCAR

Par MM. H. JUMELLE et H. PERRIER DE LA BÂTHIE

Le lac dont il s'agit ici, et qui a depuis longtemps attiré l'attention de tous les voyageurs qui ont parcouru le Sud-Ouest de Madagascar, est ordinairement désigné sur les cartes sous le nom de Tsimanampetsa ou Tsimanampetsosa. Cependant, les Mahafaly riverains l'appellent plutôt Manampetsa, ou quelquefois Manampetsapetsa. Le premier de ces termes signifie « avoir (manana) de la boue (petsa) »; le second, « qui a un peu de boue. » C'est, dans les

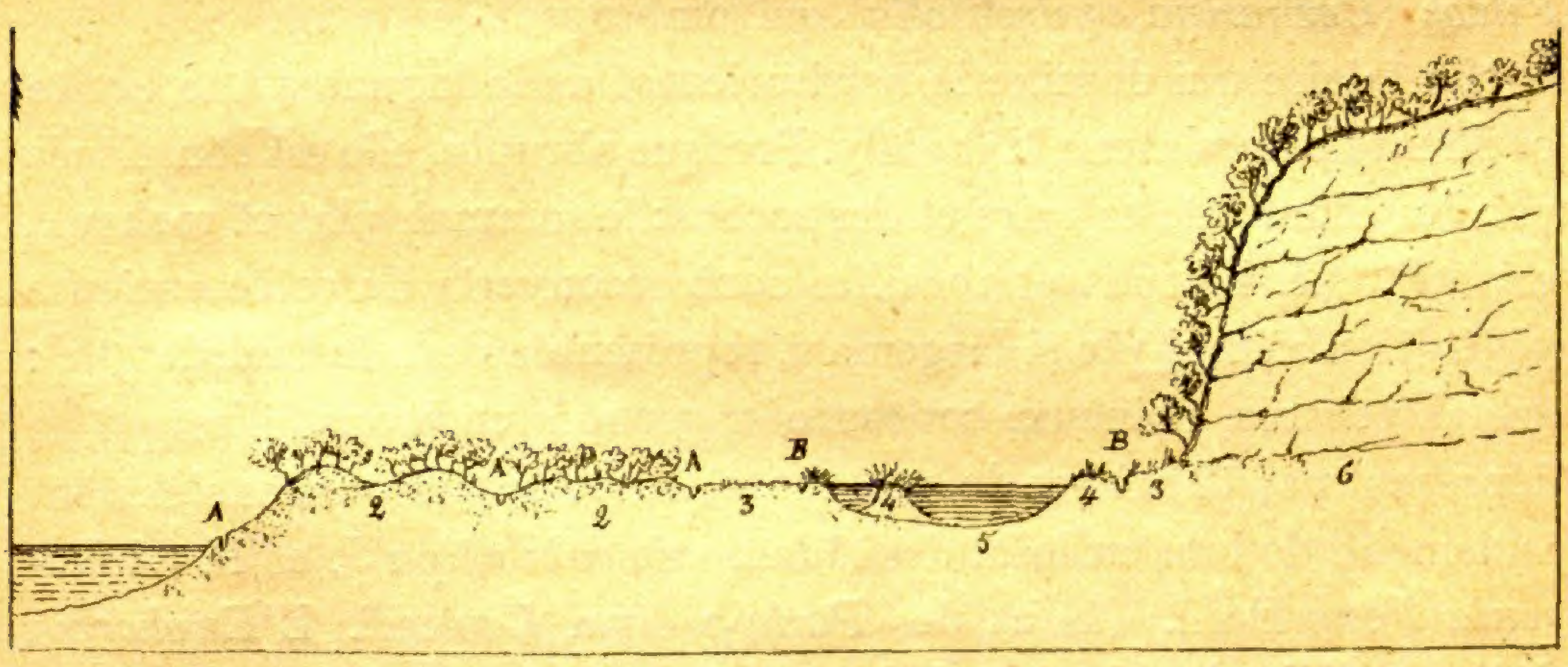


Fig. 1. — 1. Mer.
2. Dunes couvertes de broussailles et d'*Euphorbia cirsioides.*
3. Zone de prés salés, avec efflorescences salines.
4. Zone de Cypéracées et des Joncées (bord immédiat du lac et îlots).
5. Lac Manampetsa.
6. Falaise du plateau mahafaly, avec brousse à intisy, à *Pachypodium* et à *Adansonia.*

A. Puits d'eau saumâtre et travertins calcaires.
B. Sources d'eau douce très chargée de calcaire.

deux cas, une allusion à cette boue calcaire dont nous allons parler plus loin.

Ce Manampetsa, dont l'extrémité Nord correspond à peu près au 24° lat. S. occupe le milieu d'une grande lagune de 2.500 hectares de superficie, située elle-même au pied d'une falaise de 75 mètres de hauteur, et séparée d'autre part, à l'Ouest de la mer, par une zone de dunes, entremêlées de quelques petites collines de travertins ou de grès à ciment calcaire.

Les eaux s'étendent sur une surface d'environ 1.500 hectares; leur profondeur, un peu variable, ne dépasse pas 2 mètres. Mais le fond est donc formé de cette boue à laquelle le lac doit son nom, et dont l'épaisseur est, suivant les endroits, de 2 à 4 mètres.

Par temps calme, toute cette masse boueuse reste en repos et le Manampetsa est alors limpide; lorsque, au contraire, le vent souffle, la boue se mélange à l'eau et le lac prend un aspect laiteux, dont l'étrangeté est encore accentuée à certains endroits par des *Filaos* (*Casuarina equisetifolia*) qui ombragent les rives.

La falaise qui domine le bord oriental de la lagune est la limite occidentale du plateau Mahafaly. Presque abrupte, elle est constituée par des éboulis de calcaire et des roches; le sommet, plat et rocheux, est crevassé. Eboulis et rocailles sont recouverts de cette curieuse végétation xérophyte si largement représentée dans le Sud de l'île : arbres ventrus, épineux, contournés, groupés en broussailles qui ne dépassent pas 12 mètres de hauteur, et au-dessus desquelles s'élèvent seulement, de loin en loin, des *Adansonia rubrostipa* J. et P. (*Adansonia Fony* Baill.) (1) et des *Pachypodium Lamerei*. L'*Euphorbia Intisy* et l'*Euphorbia oncoclada* sont parmi les principaux végétaux caractéristiques de ces broussailles, où croissent aussi divers *Dioscorea* que nous décrirons plus tard et une légumineuse tubéreuse et grimpante qui est le *Fangitsa* des indigènes. Les seuls animaux sont le *Lemur Catta* et le *Testudo madagascariensis*. Dans les rocailles, on trouve de nombreux fragments d'œufs d'*Æpyornis*.

---

(1) Nous considérons définitivement comme synonyme notre *Adansonia rubrostipa* et l'*Adansonia Fony* Baill. C'est avec réserve que nous avions séparé notre *Adansonia rubrostipa* de l'espèce quasi-nominale de Baillon, en faisant remarquer (*Fragments biologiques de la flore de Madagascar*; Annales du Musée colonial de Marseille, 1910) que les feuilles et les fruits semblent identiques dans les deux Baobabs, mais que Baillon indique son *Fony* de l'Ouest comme un arbre très élevé à fleurs rouges, ce qui n'est pas vrai du *Zamena* du Nord-Ouest. Les divers échantillons de *Fony* que M. H. Poisson a pu examiner depuis lors dans l'herbier du Muséum, et dont il a bien voulu nous communiquer les descriptions, nous apprennent que les deux caractères mentionnés par Baillon pour son *Fony* sont loin d'être constants; il n'y a plus, dans ces conditions, de distinction nette. Nous croyons, d'ailleurs, devoir conserver le nom spécifique de *rubrostipa*, qui se rapporte à une plante dont nous avons donné la diagnose complète, alors que Baillon lui-même reconnaissait que son espèce ne pouvait être que provisoire, en raison des matériaux trop incomplets d'après lesquels il la créait.

Au pied de la falaise, c'est parfois immédiatement le bord même de la lagune; plus souvent cependant entre ce bord et les roches s'étend un assez large espace dénudé, analogue aux dunes qui, de l'autre côté, forment la région littorale.

La partie de la lagune qui n'est pas recouverte par les eaux est une zone de prés salés dont le sol est parsemé d'abondantes efflorescences rosées qui ne semblent pas nuire à la végétation des Graminées.

D'après les analyses de M. Pétré, chef du Laboratoire de Minéralogie de Tananarive, ces efflorescences ont la composition suivante :

Eau (évaporée à 110°)	16 %
Fer et Alumine	Traces
Chaux	29
Magnésie	1 26
Acide sulfurique	33 81
Acide phosphorique	0 25
Phosphate tribasique de chaux	0 55
Chlore	5 68
Chlorure de Sodium	9 29
Azote	0 056
Ammoniaque	0 068
Matières insolubles	1 70
Gaz carbonique	10

La végétation de ces prairies si riches en sulfate de chaux est subhalophile ou halophile. Les Graminées, telles que le *Paspalum distichum*, forment d'épais gazons, qui toutefois, en certains points, et surtout vers le bord opposé du Manampetsa, font place à des Salicornes ou plantes voisines, comme le *Salicornia fruticosa* et l'*Arthroclenium indicum*. Les autres principales espèces cohabitantes sont un *Atriplex* que nos échantillons d'herbier ne nous ont pas permis de déterminer spécifiquement, le *Cressa cretica*, une Composée à feuilles étroites, le *Samolo* ou *Famolo*, et, tout près du lac, le *Casuarina equisetifolia*. Aucun animal n'habite cette zone.

Sur les bords de l'eau, ou même dans l'eau quand la profondeur ne dépasse pas 50 centimètres, la flore est un peu différente, mais c'est tout simplement comme dans les îles du lac, la flore ordinaire de tous les stats analogues sous les climats les plus divers.

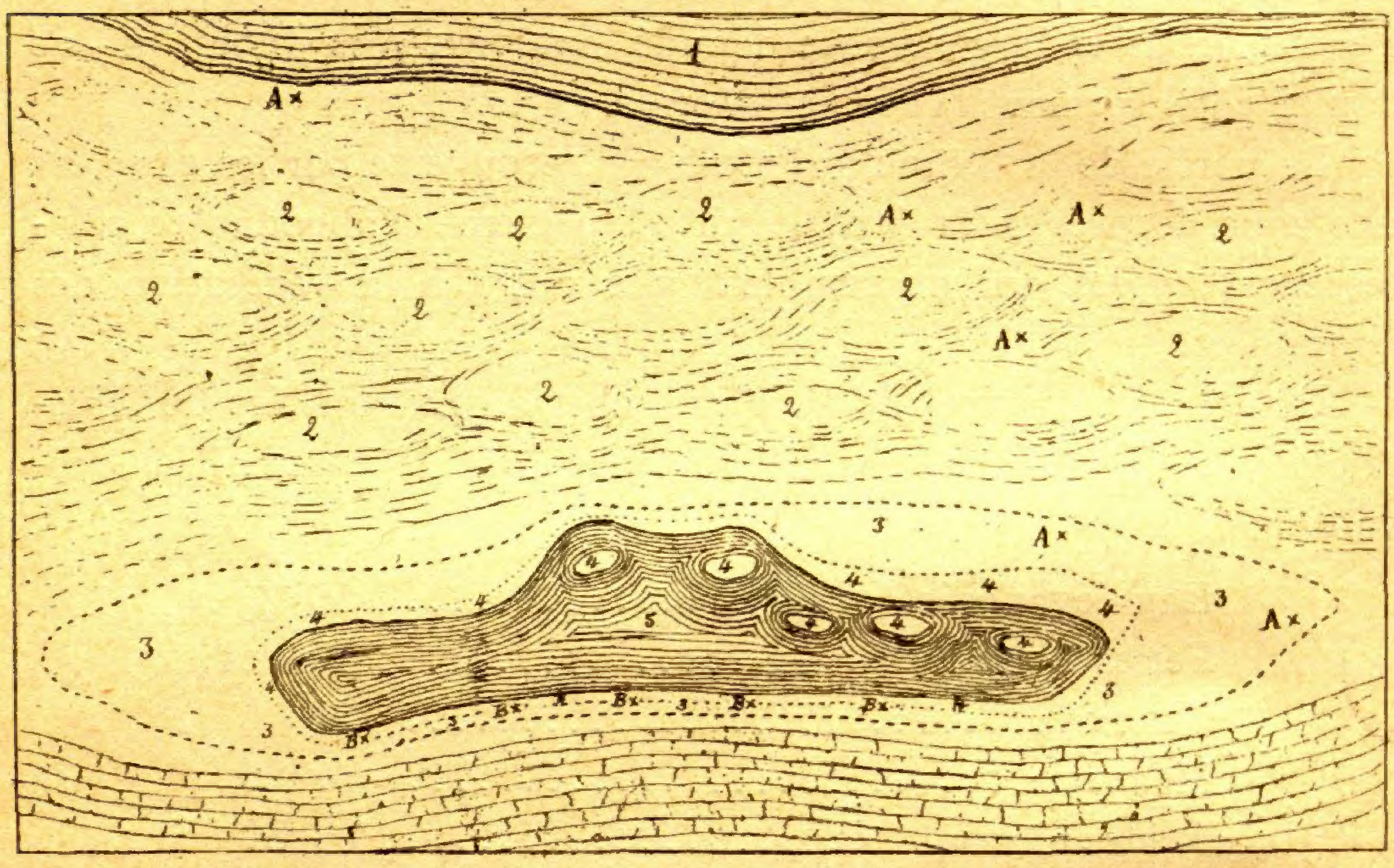


Fig. 2. — 1. Mer.
2. Dunes couvertes de broussailles et d'*Euphorbia cirsioides.*
3. Zone de prés salés, avec efflorescences salines.
4. Zone de Cypéracées et des Joncées (bord immédiat du lac et îlots).
5. Lac Manampetsa.
6. Falaise du plateau mahafaly, avec brousse à intisy, à *Pachypodium* et à *Adansonia*.
Ax. Puits d'eau saumâtre et travertins calcaires.
Bx. Sources d'eau douce très chargée de calcaire.

Là, croissent, en effet, le *Scirpus littoralis* Schrad., le *Juncus effusus*, *Typha angustifolia*, le *Cyperus lævigatus*, le *Triglochin striatum*. On retrouve le *Famolo*, mais avec des feuilles plus larges que dans la lagune. Enfin, à l'ombre des filaos, sont d'épais fourrés de *Kolevola*, ou *Acrostichum aureum*. Nous connaissons cette Fougère en plusieurs autres endroits de l'Ouest de Madagascar, dans les marécages, par exemple, de l'Ambongo, près de gisements de gypse, dans les marais salants des environs de Soalala, ainsi que dans les terres salées de la plaine de Marovoay et sur les bords de sources saumâtres du plateau d'Ankara ; nous ne sommes donc point surpris de la retrouver près du Manampetsa.

Dans toutes ces herbes de la rive et des îles, vivent de nombreux oiseaux, l'*Ibis falcinella*, une spatule (*Platalea Telfairii*), l'*Anastomus madagascariensis*, ou *bec ouvert*, des hérons (*Ardea*), diverses poules d'eau, un flamand (le *Phœnicopterus erythræus*), le canard à bosse (*Sarcidiornis melanotus*), des sarcelles (*Dendrocygna major* et *Dendrocygna viduata*).

Partout sont de nombreux débris d'œufs d'*Æpyornis.*

Limpides ou troubles suivant que l'air est calme ou agité, les eaux de Manampetsa ont, lorsqu'elles sont très calmes, la composition suivante, pour un litre (d'après encore les analyses de M. Pétré) :

Fer et Alumine	Faibles traces
Chaux	15,660
Magnésie	3,024
Acide sulfurique	14,418
Acide phosphorique	0,181
Phosphate tricalcique	0,414
Chlore	2,154
Chlorure de sodium	3,528
Acide carbonique	7,800
Matières insolubles	5,400

En sels, et suivant les anciennes conventions, cette composition pourra donc être ainsi exprimée :

Oxyde de fer et Alumine	Faibles traces
Sulfate de calcium	24,510
Carbonate de calcium	10,022
Carbonate de magnésium	6,325
Phosphate tricalcique	0,414
Chlorure de sodium	3,528
Insolubles	5,400
Total gr.	50,199

Une eau n'étant considérée comme chimiquement potable que si sa minéralisation est inférieure à 1 gr. 5 par litre et si elle contient moins de 15 à 20 centigrammes de chlorure de sodium, 50 à 60 milligrammes d'autres chlorures, 100 milligrammes d'acide sulfurique, (moins de 20 centigrammes de sulfate de chaux suffisant déjà pour la rendre crue et indigeste), il est évident que ces eaux du Manampetsa sont utilisables pour la consommation; le goût en est, au reste, franchement mauvais et amer.

Leur double caractéristique est la grande richesse en sulfate de calcium et, par contre, leur relative pauvreté en chlorure de sodium (1). Et, à notre avis, la formation du Manampetsa, s'expliquerait ainsi. Primitivement les eaux douces du plateau Mahafaly, en s'écoulant par les calcaires fissurés de ce plateau, venaient réapparaître à une certaine distance en avant du pied de la falaise et filtraient à travers les sables de la côte. Mais peu à peu elles ont cimenté ces sables de leurs dépôts et les ont rendus imperméables; elles ont alors rempli, en arrière des dunes, une lagune sèche et salée, dont elles ont toutefois diminué la salinité jusqu'au niveau que leur faible abondance, à peine suffisante pour composer les pertes dues à l'évaporation, leur a permis d'atteindre. C'est pourquoi, sur les rives immédiates du lac, en dedans de la zone à halophytes ou subhalophytes, qui correspond à la partie non désalée de la lagune, nous trouvons des espèces poussant d'ordinaire dans les eaux douces, ou indifféremment dans les eaux douces ou saumâtres, comme le *Juncus effusus*, le *Typha angustifolia*, le *Cyperus lævigatus*, le *Scirpus littoralis*, le *Triglochin striatum*.

Actuellement dans les eaux mêmes croissent le *Zannichellia palustris* et, comme Algues, un *Cladophora*. Le règne animal est représenté par des flamands roses (*Phœnicopterus erythræus*), dont les bandes nombreuses s'ébattent jusqu'au milieu du lac, et par divers Invertébrés. Tels sont notamment deux Mollusques, dont l'un est d'eau douce, le *Melania tuberculata*, et l'autre d'eau saumâtre, le *Truncatella teres*, un Crustacé, le *Grandierella mahafalensis* Court., et un Coléoptère du genre *Pogonus*. Ce carabique vit toujours dans l'eau et se plaît tout particulièrement dans la boue blanche du fond; il peut vraisemblablement séjourner là, grâce à l'air qu'il entraîne sous son abdomen lorsque, après être monté à la surface, il redescend à l'aide des algues ou des joncs.

---

(1) L'eau des lagunes de Venise contient, par litre, 30 gr. 122 de résidu, dont 23 g. 34 de chlorure de sodium et 0 gr. 602 de sulfate de calcium. L'étang de Thau a pour salinité normale 36,65. La Méditerranée, près de Cette, donne 37,655 de résidu, dont 29,42 de chlorure de sodium et 1,357 de sulfate de calcium; les eaux du Pacifique contiennent 34,70, dont 25,88 de chlorure de sodium et 1 gr. 622 de sulfate de calcium.

La boue blanche est, comme on peut le voir, essentiellement calcaire; exactement sa composition centisémale, après dessiccation, est celle-ci, d'après M. Pétré :

Eau (évaporée à 110°)	5,80
Fer et Alumine	0,40
Chaux	40,10
Magnésie	3,88
Acide sulfurique	1,71
Acide phosphorique	0,19
Phosphate tricalcique	0,41
Chlore	3,95
Chlorure de sodium	6,47
Gaz carbonique	38,00
Matières insolubles	7,00

C'est donc bien un dépôt crayeux qui forme le fond du Manampetsa, et un dépôt qui, évidemment, est récent. Le fait est intéressant à signaler, car nous ne croyons pas qu'on connaisse beaucoup d'exemples analogues de formation actuelle de craie (1). Ce dépôt ne contiendrait du reste à peu près aucun débris d'organisme animal. Nous avions pensé un moment que l'examen microscopique y décélerait peut-être des Foraminifères ou autres êtres microscopiques; M. Fauré-Frémiet qui, avec une grande obligeance dont nous le remercions très vivement, a bien voulu se livrer à cet examen, n'a pas confirmé notre supposition. Sur des coupes minces, ce zoologiste a pu, tout au plus, observer un débris de test d'Ostracode (*Cypris* sp. probablement).

A l'Ouest, tout comme à l'Est, le lac est, nous l'avons dit, bordé par la partie sèche de la lagune, et l'on retrouve la flore halophyte déjà citée par suite, en dehors de l'étroite zone à *Cyperus* et à *Typha*. Cette flore cesse là où commencent les dunes, la limite intérieure de celles-ci étant botaniquement indiquée par la présence d'une Graminée, le *Sclerodactylon juncifolium* Stapf. Et, jusqu'à la mer, toute la région littorale est maintenant une étendue de sable que couvrent de petits bois, avec, pour espèce dominante, l'***Euphorbia cirsioides***. Çà et là seulement les îlots de travertins et de grés à ciment calcaire, que nous avons signalés au commencement de cette note, offrent des peuplements de plantes calcicoles.

---

(1) Qui ne serait cependant pas une craie véritable, si l'on admet, avec M. Haug notamment, que la véritable craie est essentiellement une roche zoogène, dans laquelle il n'y aurait qu'une très faible quantité d'éléments d'origine minérale. La formation du Manampetsa serait ainsi un dépôt crayeux un peu spécial, mais non exactement de la craie

CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES

Par M. Henry PÉNAU

INTRODUCTION

Les questions relatives à la cytologie des Bactériacées ont une portée considérable, tant au point de vue biologique que systématique. Ces organismes, en effet, malgré une morphologie externe fort simple, présentent une structure intime excessivement complexe. La présence d'une coque cellulosique et, par suite, d'un protoplasme dépourvu de plasticité comme celui des amibes, l'absence de corpuscules chlorophylliens, leur existence saprophytique, font que la physiologie de ces organismes se trouve réduite à son minimum de complexité. Ils se nourrissent, en effet, par intussusception et se reproduisent par spore, suivant un mécanisme excessivement simple. L'étude des champignons inférieurs et des Bactériacées, questions concomitantes, devrait être considérée comme la véritable introduction aux questions de cytobiologie générale. Il est en effet difficile d'aborder avec fruit l'étude des Amibes ou des Ciliés sans connaître, à fond, la structure de ces microorganismes plus dégradés. Les Amibes, que l'on considère comme les êtres les plus simples de la systématique zoologique, présentent une morphologie interne nécessairement plus complexe, puisque, dépourvus de membranes, ils poussent des pseudopodes et se nourrissent par phagocytose de particules alimentaires. Il s'ensuit nécessairement que certaines enclaves de leur cytoplasme seront constituées soit par des débris d'aliments, soit par des parasites étrangers; les premiers prendront le Neutralroth, les seconds seront dépourvus d'affinité pour ce colorant, tous deux fixeront, dans certains cas pourtant, les teintures basiques. Il est fort possible que les chromidies, qui ont été décrites chez un grand nombre de Protozoaires, n'aient pas d'autre origine. Quant aux algues, la présence de la chlorophylle rend nécessairement leur étude plus délicate, puisque ce pigment contribue à l'édification de substances de réserve plus ou moins complexes. Malgré leur existence saprophytique, malgré leur place, très peu élevée dans la systématique, les champignons inférieurs et les Bactéries présentent cependant une structure fine et délicate, comme nous le verrons par la suite.

Le début de nos recherches a porté sur *Endomyces albicans*. Nous voulions retrouver dans ce champignon les formations cytologiques, décrites par Guilliermond, dans les Levures ou les organismes à forme levure. Colorant à l'hématoxyline au fer, nous fûmes surpris de ne pas retrouver le noyau vésiculeux décrit par Guilliermond, dans cet organisme. Notre attention fut au contraire vivement attirée par la présence d'une formation basophile très nette, qui nous fit penser qu'il existait peut-être chez ce champignon, un véritable chromidium, analogue à celui décrit par Hertwig chez certains Protozoaires. Le fait nous paraissait d'autant plus probant qu'un certain nombre d'observateurs avaient déjà décrit chez les levures, des formes nucléaires plus ou moins diffuses, et qui se rapprochaient, par suite, de notre chromidium. Les autres teintures nucléaires employées, violet de gentiane et bleu polychrome, mettaient en évidence des aspects identiques, tandis que le bleu de Unna permettait, en outre, d'observer avec netteté les corpuscules métachromatiques. Le renom et la compétence acquis par Guilliermond en myco-cytologie nous mit en garde contre nos propres observations, puisqu'il fallait admettre, ou bien que la formation basophile avait échappé au savant lyonnais, ou qu'une technique insuffisante nous empêchait de mettre en évidence le noyau d'*Endomyces albicans*. Devant la difficulté du problème, et sur les conseils du docteur Pierre Vigier, préparateur d'histologie à la Sorbonne, nous nous servîmes de l'hématéine, qui nous avait cependant donné des résultats très imparfaits au début de notre travail. Les fixations et les colorations des levures sont en effet de réalisation délicate; la complexité de leur structure permet d'expliquer le nombre considérable de résultats contradictoires publiés sur ces organismes. Les colorations à l'hématéine, en particulier, exigent une technique spéciale qui permet de mettre en évidence le noyau, et cet organite là seulement, à l'exclusion des deux autres formations cytoplasmiques : reticulum basophile et corpuscules métachromatiques. La cytologie de la forme levure ayant été élucidée, nous avons entrepris, avec les mêmes procédés, l'étude des formes filamenteuses de ce microorganisme, et avons retrouvé et décrit des structures identiques.

Abandonnant l'étude de ce champignon, nous nous sommes ensuite consacré à la cytologie d'un certain nombre de Bactériacées. Nous voulions nous rendre compte, si la triple formation cytoplasmique d'*Endomyces* n'existerait pas également chez ces microorganismes. Les observateurs qui ont étudié la cytologie des Bactériacées étaient partagés en trois camps. D'un côté, les partisans de la théorie chromidiale, de l'autre, ceux de la théorie d'un noyau morphologiquement défini; enfin, une troisième catégorie d'observateurs admettait simultanément la présence d'un noyau et d'un chromidium dans la cellule de certaines Bactériacées. Les difficultés que nous avions éprouvées dans l'étude d'*Endomyces* nous préparaient admirablement à élucider la structure des Bactéries, étude qui, malgré la petitesse plus considérable de ces organismes, nous parut relativement plus aisée, par suite de leur colorabilité moins difficile, et d'une pénétration plus parfaite des teintures basiques.

Nous ne saurions trop exprimer notre reconnaissance à M. le professeur Chatin qui a bien voulu nous admettre à travailler au Laboratoire d'histologie comparée de la Sorbonne, pour les conseils et les encouragements qu'il nous a prodigués au cours de nos recherches.

A M. le docteur P. Vigier qui a examiné avec la plus grande amabilité nos préparations, qui les a commentées et qui nous a toujours témoigné le plus vif intérêt.

Qu'il nous soit permis également d'adresser à M. le professeur Matruchot nos sentiments de respectueuse gratitude.

Nous ne voulons pas oublier nos Professeurs MM. Guignard et Guéguen, près desquels nous avons toujours trouvé le plus bienveillant accueil, et remercions le docteur Barillé de l'appui affectueux et cordial qu'il n'a cessé de nous prodiguer.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE D'ENDOMYCES ALBICANS

Chapitre I

HISTORIQUE DES LEVURES

Nous ne passerons en revue que les travaux publiés sur cette question depuis 1902. Dans sa thèse de doctorat ès-sciences, Guilliermond donne une excellente bibliographie de la question. Il y joint une discussion approfondie des principaux résultats obtenus par les observateurs qui ont décrit la cytologie de ces organismes. Nous ne pouvons qu'approuver d'une façon générale les remarques de Guilliermond, qui a su tirer au clair cette intéressante question de cytologie végétale.

Guilliermond (1902) [1-2] colorant à l'hématoxyline, au fer et au bleu de méthylène ou à l'hémalun, après des fixations à l'alcool, au sublimé, au liquide de Bouin ou à l'acide picrique, met en évidence dans la cellule des Levures : 1° des corpuscules métachromatiques, sous forme de granulations incluses dans des vacuoles du cytoplasme, ou bien de tractus disposés au voisinage des noyaux, situés dans des vacuoles ou directement dans le cytoplasme; 2° un noyau qui se trouve constitué par un nucléoplasme incolore, avec plusieurs granules chromatiques, dont l'un, plus gros et plus régulier, pourrait figurer le nucléole. Quand cet organite nucléaire est très pauvre en chromatine, on aperçoit alors seulement af44

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Janvier 1912

N° 277

*Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.*

B4.00

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1 RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1912

I. — HISTOIRE NATURELLE D'UN LAC DE MADAGASCAR (avec figures dans le texte), par **MM. H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bâthie** 5

II. — CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES (avec planches), par **M. Henry Pénau** 13

III. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE DES FUCACÉES (avec planche et figures dans le texte), par **M. H. Le Touzé** 33

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 48

Planche contenue dans cette livraison

Planche 9. — *Histologie des Fucacées*

Cette livraison renferme en outre sept figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

le nucléole; 3° des vacuoles glycogéniques qui grossissent peu à peu, en rejetant le noyau et la vacuole à corpuscules métachromatiques (dont elles sont parfaitement indépendantes) à la périphérie. L'auteur étudie le développement de la levure et montre que le glycogène disparaît peu à peu, quand la fermentation se ralentit et qu'il est alors remplacé par la vacuole à corpuscules métachromatiques. L'auteur étudie le processus de bourgeonnement et démontre que la division nucléaire s'effectue par amitose. La vacuole à corpuscules métachromatiques émet en même temps un diverticulum qui entraîne quelques corpuscules métachromatiques. Le plus souvent, cet étirement de la vacuole dans le bourgeon, précède la division nucléaire. L'auteur décrit, avec détails, les phénomènes de sporulation et met en évidence avec précision le rôle des corpuscules métachromatiques dans ce processus.

Hirschbruch [8 bis] (1902) étudie les formes de dégénérescence de la levure et de *Saccharomyces ellipsoideus*, et met en évidence des formes de structure excessivement étranges et certainement consécutives à des vices de technique.

Janssens et Mertens [9-10] (1903), étudiant la structure d'une *Torula* rose, aperçoivent dans la cellule un noyau se divisant inégalement dans certaines circonstances.

Guilliermond [3] (1904) corrobore ses précédentes recherches et démontre qu'il existe, chez les levures, deux types de structure nucléaire. 1° Un nucléoplasme, limité par une membrane avec nucléole et filets de granules chromatiniens; 2° un nucléoplasme limité par une membrane et un unique granule chromatique ou chromoblaste, que l'auteur assimile à un nucléole. L'auteur n'a jamais pu assister, même au moment de la sporulation, à des figures caryocinétiques.

Swellengrebel [14] (1905) fixant au Lavdowsky, colorant à la laque ferrique, parvient à différencier dans la levure pressée un véritable noyau vésiculeux. Il observe un certain nombre de stades de divisions nucléaires, rappelant la mitose et voit se constituer une formation de chromosomes avec plaque équatoriale, fuseaux chromatiques et peut-être deux centrosomes. Dans le noyau, le nombre des chromosomes pourrait être de quatre.

Fuhrmann [8] (1905) fixe au liquide de Hermann, colore à l'hématoxyline au fer des coupes en série de *Saccharomyces ellipsoideus*, et voit que le noyau à l'état de repos, est constitué par un petit amas de granules chromatiques baignés dans un nucléoplasme entouré d'une membrane. Au début de la mitose, Fuhrmann observe un accroissement de la substance chromatique, accompagné d'une résorption de la membrane nucléaire. Quatre chromosomes apparaissent, qui se disposent en plaque équatoriale au milieu d'un fuseau achromatique. Au stade de métaphase, on aperçoit huit chromosomes ; viennent ensuite les stades, diastroïde, dispirème. La division nucléaire précède toujours la formation du bourgeon, qui n'apparaît que lorsque le noyau est déjà au stade diastroïde. On voit donc que ces résultats confirment en tous points ceux de Swellengrebel.

Van Hest (1906-1907), dans un très long Mémoire, essaie de démontrer que ce que l'on regarde dans les levures comme une vacuole est en réalité le résultat d'une illusion d'optique. Nous ne suivrons pas l'auteur dans ses raisonnements, aussi complexes qu'erronnés.

Kohl [11-12] (1907-1908), dans un important travail sur les levures, confirme les recherches de Guilliermond, et observe que ces cellules renferment du glycogène pendant les périodes actives de fermentation. Indépendamment des vacuoles glycogéniques, Kohl met en évidence des vacuoles renfermant des granules réfringents (corpuscules métachromatiques). Sur le pourtour des vacuoles, l'auteur observe des petits granules qu'il assimile à des cristalloïdes de protéine. La division nucléaire s'effectue par amitose, aussi bien dans le bourgeonnement que dans la sporulation. Dans ce dernier cas, l'épiplasme renferme, à côté de très nombreuses granulations basophiles, un noyau extrasporaire non utilisé et correspondant au noyau extrasporaire de Moeller.

Ottolenghi [13] (1909) met en évidence dans les levures le réticulum de Golgi. Il observe, dans les cellules ainsi traitées, des granules irréguliers disposés dans tout le protoplasme, des éléments ressemblant à des noyaux, réunis les uns aux autres par des lignes droites ou courbes. Enfin un réseau de granules fins et nombreux formant des corpuscules plus ou moins volumineux.

Guilliermond [4-5] (1909-1910) retrouve chez les Endomycétées des formations cytologiques analogues à celles décrites par lui dans les levures.

Guilliermond (1910) ne retrouve pas les figures caryocinétiques du noyau des Levures décrites par Swellengrebel et Fuhrmann. Le noyau se diviserait par amitose. Guilliermond ne retrouve pas davantage le noyau extrasporaire de Moeller au début de la sporogenèse. Confirmant les travaux de Kohl, l'auteur met en évidence des granulations brillantes incolores, cytoplasmiques et indépendantes des corpuscules métachromatiques. Ces granulations sidérophiles abondent pendant les périodes actives de fermentation et doivent être considérées comme des produits de nutrition.

Wager et Peniston [15] (1910), fixant au formol à 6 %, au Gram ou au Pérenyi, colorant à l'hématoxyline au fer, à l'hématoxyline de Delafield, à l'hématéine, les cellules de levure, ou se servant encore des mélanges tinctoriaux fuschine-acide, vert de méthyle, fuschine acide-bleu de méthylène, safranine-violet de gentiane, corroborent leurs premières observations (Wager, 1898).

Ils démontrent que le noyau comporte un nucléole accolé extérieurement à la vacuole nucléaire. Cette vacuole qui renferme des granulations animées de mouvements browniens est entourée d'un réticulum périphérique et d'une sorte de capsule polaire en sorte qu'une large surface du noyau est en rapport avec le cytoplasme.

La vacuole nucléaire varie avec l'activité de la cellule. Le réticulum basophile, périphérique, vacuolaire ne semble disparaître qu'au moment de la sporulation.

La chromaticité de ce réticulum et du nucléole sont en rapport avec les différentes périodes de la fermentation.

Les auteurs mettent en évidence dans le cytoplasme de la graisse, des vacuoles glycogéniques et des corpuscules métachromatiques; ces derniers pouvant apparaître également dans la vacuole nucléaire où ils se trouvent appendus par de fins tractus. Parfois, la proportion de chromatine est si faible que le nucléole apparaît décoloré. Cet organite, ce caryosome possède alors au centre ou latéralement un granule qui pourrait faire penser au noyau de Guilliermond. Nucléole et réseau basophile donnent une réaction très nette du phosphore et du fer.

Guilliermond [6-7] (1910) reprend ses observations sur la cytologie des levures et répond à Wager et Peniston. Il corrobore ses précédentes recherches relatives à la structure du noyau et des corpuscules métachromatiques, et signale, en outre, dans le cytoplasme, principalement autour du noyau, l'apparition de grains basophiles, sidérophiles, visibles sur le vivant, mais ne prenant pas, comme les corpuscules métachromatiques, le Neutralroth. Cette observation ne diffère que par le détail de nos recherches sur la cytologie du Muguet. Elles infirment, à n'en pas douter, les travaux de Wager et Peniston entachés d'une grossière erreur d'interprétation, sans doute consécutive à un vice de technique.

CHAPITRE II

TECHNIQUES GÉNÉRALES

COLLAGE

On sait l'importance qu'attachent les histologistes à éviter la dessiccation des préparations, au cours des manipulations multiples qui ont lieu depuis le collage des coupes jusqu'à leur montage définitif dans le baume. Les rétractions consécutives se produisent également avec les bactéries et les cellules de levures bien que ces organismes soient revêtus d'une membrane cellulosique, qui semblerait devoir résister aux déformations. En fait, l'opération du collage, mal conduite, peut amener d'importantes modifications dans la morphologie interne de ces organismes. Nombreuses, sont les techniques qui ont été utilisées en vue de faire adhérer sur lame ces microorganismes; quelques-unes sont franchement mauvaises, d'autres sont longues et difficiles ou exigent une habileté manuelle que seul un travail prolongé confère.

Nous avons résolu très simplement la difficulté en utilisant la solution glycéro-albumineuse suivante :

Albumine d'œuf	25 cmc.	solution A.
Glycérine	20 cmc.	
Eau..........	q. s. pour 60 cmc.	

On bat le blanc d'œuf avec soin dans la quantité d'eau prescrite, on ajoute la glycérine, on agite, on filtre, on prend :

Solution mère A.	4 cmc.	solution glycéro-albumineuse B.
Glycérine	1 cmc.	
Eau, q. s. pour..	60 cmc.	

I) A l'aide d'une fine spatule de platine, on prélève la purée microbienne, que l'on délaie dans quelques gouttes de la solution glycéro-albumineuse B, contenue dans une capsule du même métal (utilisé pour la facilité de la stérilisation de la culture); puis, avec la même spatule, en se servant de l'émulsion homogène obtenue, on effectue de larges étalements sur des lames convenablement décapées, et on laisse évaporer à l'air libre pendant 3 à 4 minutes. La préparation ne sèche pas, grâce à la présence de la glycérine. Le dépôt d'une légère buée fournie par l'air expiré permet d'obtenir sur les lames de verre un étalement encore plus régulier. Celles-ci sont alors plongées dans l'un des fixateurs appropriés que nous indiquerons par la suite. Ce dernier s'empare de la glycérine, tandis que l'albumine se coagule sous forme d'un réseau à fine maille, qui emprisonne, comme dans un filet, les cellules à étudier.

La couche d'albumine glycérinée qui subsiste sur la lame, après évaporation de l'eau, est d'une épaisseur sensiblement égale à 2 μ, épaisseur bien suffisante cependant pour empêcher la dessication des cellules, le liquide albumineux à faible tension superficielle grimpant le long des parois de la coque cellulaire ou y adhérant par simple viscosité.

II) On peut également modifier la technique de la façon suivante : le prélèvement microbien est délayé à l'aide d'une goutte de serum physiologique dans le tube d'une centrifugeuse. On fait affluer brusquement sur l'émulsion microbienne le fixateur voulu. On agite. Après un contact de 12 à 24 heures, selon les cas, on lave par centrifugation avec les liquides appropriés, on rince finalement à l'eau, à deux reprises différentes. Le culot est enfin délayé dans la solution glycéro-albumineuse, puis étalé sur lame. Après évaporation, la préparation est plongée dans l'alcool à 95°, où elle séjourne une heure afin de permettre la coagulation de l'albumine et d'assurer le durcissement du reticulum albumineux.

Dans les deux cas, le réseau est si délicat qu'il n'est jamais perceptible sur les préparations convenablement colorées; seuls, les microorganismes apparaissent très nettement et admirablement fixés.

Le deuxième mode opératoire présente, sur le premier, l'avantage de pouvoir conserver indéfiniment, dans de l'alcool à 50°, des cellules de levure préalablement fixées, méthode avantageuse qui amène une économie de temps considérable. Elle peut avoir l'inconvénient, par suite des multiples centrifugations opérées, de provoquer la rupture des jeunes bourgeons, et ainsi de modifier la morphologie externe de la cellule en voie de division ; aussi avons-nous donné le plus souvent la préférence à la première technique.

Fixation

Le collage des organismes ayant été effectués, nous allons maintenant procéder à leur fixation. Cette opération importante et qui a donné lieu à une infinité de formules et de réactifs différents, doit être effectuée avec grand soin, car d'elle dépendent la précision et la netteté des résultats ultérieurs. D'un autre côté, nous avons imaginé un certain nombre de fixateurs moins brutaux, ou plutôt à concentration moins élevée, que ceux habituellement utilisés. Nous pensions en effet que l'action de certains stabilisateurs pouvait provoquer l'éclatement de noyaux délicats, et amener, par suite, d'importantes perturbations dans la morphologie interne de la cellule. Pour obvier à cet inconvénient, nous avons préparé une série de fixateurs légèrement hypertoniques à la solution de chlorure de sodium à 10 ‰. Tous ceux énumérés ci-après ne nous ont pas servi dans le cours de notre travail. Nous les faisons figurer néanmoins, pensant qu'ils pourront être utiles à d'autres observateurs.

A) *Fixateurs légèrement hypertoniques*

α) *Formol.* — Le formol existe dans le commerce en solution aqueuse, à 35-40 %. Afin de partir d'un produit bien défini, nous l'avons préalablement analysé et dosé, en nous conformant aux prescriptions de la pharmacopée française de 1908. Le dosage a donné formol 37 gr. 76 %. Dans une première opération cryoscopique, on a déterminé l'abaissement du point de congélation Δ d'une solution de formol à 10.70 ‰ équimoléculaire du sérum physiologique de chlorure de sodium à 8 ‰, on trouve $\Delta - 0.32$ au lieu de $- 0.48$; ce chiffre est évidemment trop faible, mais le résultat s'explique, par ce fait que nous avons négligé la dissociation électrolytique du chlorure de sodium, erreur importante, puisque les ions Na et Cl interviennent, comme des molécules, dans la détermination de Δ; d'où la nécessité de tenir compte, dans la loi de Raoult, du facteur i indiquant cette dissociation.

En nous basant sur la proportionnalité des Δ aux concentrations, et sachant, d'autre part, qu'une solution de chlorure de sodium à 10 ‰ possède un Δ égal à — 0.585, on devrait avoir $\frac{y}{-0.585} = \frac{10.70}{0.32}$, d'où y = 19.93.

Mais, quand on détermine expérimentalement l'abaissement du point de congélation d'une solution de formol à 19.93 ‰ (du formol commercial titré précédemment), on trouve, pour Δ, une valeur égale à — 0.50. Ce résultat aberrant s'explique encore : c'est qu'en effet la solution officinale de formol ne renferme pas en dissolution l'aldéhyde formique HCHO, mais une série de corps condensés plus ou moins hydratés $CH^2O, 3H^2O$ et $(CH^2O)n$; en sorte que le produit dilué subit une véritable dépolymérisation, en tous points comparable à la dissociation électrolytique du chlorure de sodium. Ainsi donc, la théorie ne permet pas de déterminer avec précision le titre en formol d'une liqueur dont le point de congélation oscille aux environs de — 0°58. Dans le but d'éviter la plasmolyse des cellules, nous nous sommes arrêté à la solution de formol titrant 37 gr. 76 ‰ de formol commercial, ce qui donne pour Δ, une valeur égale à — 0°65. A titre documentaire, Δ = — 1° pour une solution renfermant 54 ‰ de formol commercial titré.

β) *Formol acétique.* — Par tâtonnement encore, nous avons déterminé la composition d'une solution de formol acétique pour laquelle Δ = — 0°65.

Formol	15 cmc.
Acide acétique	10 cmc.
Eau, q. s. pour	1.000 cmc.

γ) *Picro-formol acétique.* — Le cas se complique quand différents ions se trouvent en présence, et, dans ces cas complexes, les tâtonnements expérimentaux ont dû être nécessairement plus nombreux. La solution suivante présente un abaissement du point de congélation égal à — 0°75 :

Formol à 37,76 %	15 cmc.
Acide picrique	6 gr.
Acide acétique	8 cmc.
Eau dist. q. s. pour	1.000 cmc.

Le maximum de complexité a lieu avec les deux fixateurs suivants :

δ)	Acide acétique.........	3 cmc. 2	$\Delta = -0^\circ 75$
	Sublimé :.............	12 gr.	
	Bichromate de potasse..	12 gr.	
	Eau, q. s. pour.........	500 cmc.	
ε)	Acide chromique........	2 gr. 35	$\Delta = -0^\circ 60$
	Oxycyanure de mercure.	9 gr. 50	
	Acide osmique.........	1 gr.	
	Acide acétique.........	1 cmc. 5	
	Eau..................	300 cmc.	

Ces divers fixateurs, légèrement hypertoniques, nous ont donné de bons résultats, notamment pour les Bactéries, et pour *Endomyces albicans*, plus particulièrement dans l'étude du réticulum basophile, mais en ce qui concerne ce dernier organisme dont la fixation nous apparaît plus difficile, il ne nous a pas semblé avantageux de faire usage de fixateurs sensiblement isotoniques et nous nous sommes bien trouvé de l'emploi des fixateurs usuels suivants : liquide de Bouin et surtout liquides de Lavdowsky et de Perenyi.

B) *Fixateurs usuels très fortement hypertoniques.* $\Delta > 6^\circ$.

a) Le Perenyi a l'avantage d'apporter une simplification dans l'édification structurale de la cellule, puisqu'il masque la coloration des corpuscules métachromatiques. Quant au Lavdowsky, préconisé par Swellengrebel dans l'étude de la mitose, il constitue le fixateur le plus net et le plus précis de corpuscules métachromatiques. Les résultats qu'il fournit sont supérieurs à ceux que donne l'alcool absolu, qui a, de plus, le gros inconvénient de provoquer la rétraction de certaines formations cytoplasmiques; il se montre également préférable au Bouin, au formol acétique et à notre stabilisateur picroformique dont la teneur élevée en acide picrique altère les corpuscules métachromatiques.

Le Lavdowsky et le Perenyi permettent, à l'aide de colorants appropriés, de mettre en évidence les formations suivantes :

	CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES	NOYAU	RÉTICULUM BASOPHILE
Lavdowsky.......	+	+	+
Perenyi...........	0	+	+

Le Perenyi fournit cependant une définition plus parfaite du noyau ou des systèmes nucléaires, que le Lavdowsky.

b) Pour tous les stabilisateurs, la durée de la fixation doit être de 24 heures, mais elle peut être poussée sans inconvénients à 48 heures pour le Lavdowsky ; car les fixations de faible durée (2 à 3 h.) ne nous ont jamais permis de mettre en évidence avec précision tous les détails de structure que nous décrirons par la suite.

c) Au sortir des liquides de fixation, les lames sont copieusement lavées avec de l'alcool à 35° (1), puis immergées 10 à 15 minutes dans une cuve renfermant de l'alcool au même titre. Une opération semblable est répétée avec de l'alcool à 70°. Finalement, les préparations sont immergées dans de l'alcool à 95° où elles séjournent 2 heures. Cette opération a pour but d'assurer le lavage parfait des préparations, et de parachever la coagulation du réticulum albumineux, particulièrement fragile après les fixations au Perenyi. Cette action de l'alcool est en outre complémentaire de celle des stabilisateurs employés. Elle permet de réaliser des préparations plus nettes, en concrétant avec précision les formations cytoplasmiques et le noyau.

d) Nous allons maintenant passer à la régression alcoolique des préparations. La partie supérieure de la lame, enduite de microorganismes est largement arrosée d'alcool à 95°, puis placée bien horizontalement sur le support d'une chambre humide. Une lente évaporation de l'alcool permet ainsi de passer par tous les stades de la régression alcoolique et avec le minimum de déformation pour la cellule. Il ne reste plus à la surface du couvre-objet qu'une très légère couche aqueuse. Une immersion de quelques minutes dans l'eau distillée, assure la parfaite hydratation des microorganismes fixés.

COLORATIONS

A) *Colorations vitales*

Nous nous sommes servi presque exclusivement du rouge neutre et du bleu de méthylène, tous deux en solution aqueuse à

---

(1) Un lavage préalable à l'eau distillée est nécessaire après emploi de nos fixateurs δ et ε.

1 ‰. Au moment du besoin, la solution colorante est diluée dans 2 à 4 volumes de solution chlorurée physiologique, afin d'éviter l'action toxique de l'eau distillée sur les microorganismes étudiés. Alors que le rouge neutre constitue le colorant de choix dans l'étude des Levures, il se montre franchement inférieur au bleu de méthylène dans l'observation des bactéries vivantes. La réciproque existe d'ailleurs, puisque le bleu ne pénètre qu'imparfaitement les cellules des Saccharomycétées.

La technique est la suivante : sur une lame de verre parfaitement décapée, on dépose une goutte de la solution colorante convenablement étendue, puis, à l'aide du fil de platine chargé du produit bactérien, on effectue une émulsion parfaite. On dépose un couvre-objet sur la goutte de colorant, on examine avec l'objectif à immersion.

B) *Coloration après fixation*

Dans l'étude de chacun des stades évolutifs des organismes que nous avons observés, nous avons employé simultanément des fixateurs et des colorants variés, afin de mettre en évidence par la comparaison des préparations les diverses formations cytoplasmiques qui échapperaient, à coup sûr, si on ne faisait usage que d'un fixateur et d'un colorant uniques. Les indications fournies par chaque colorant varient d'ailleurs suivant la nature du fixateur utilisé. Après essai d'un grand nombre de colorants : thionine, Giemsa, Ehrlich-Biondi-Heidenhain, magenta phéniqué, etc... nous nous sommes arrêté aux teintures qui suivent :

a) *Hématoxyline ferrique* suivant la technique de Heidenhain. Mordançage pendant 4 heures dans une solution d'alun de fer à 5 %. Lavage à l'eau distillée.

Immersion de 12 à 18 heures dans une solution d'hématoxyline à 0 gr. 70 %. Lavage à l'eau, régression sous le microscope dans la solution alunée à 2 %. Lavage à l'eau distillée.

Coloration du fond à l'éosine ou à l'érythrosine.

Cette méthode fournit d'admirables colorations nucléaires chez les Bactériacées. Chez *Endomyces*, elle définit avec précision le reticulum basophile diffus, après fixation par le Perenyi.

b) *Hématéine alunée.* — L'hématéine fournit des colorations nucléaires plus électives quoique moins précises, peut-être, que celles réalisées par l'hématoxyline au fer. On pratique une surcoloration de une à deux heures suivie d'une régression, selon la technique que nous indiquerons dans le paragraphe suivant :

c) *Hémaléine alunée acide* :

Hématéine alunée	5 cmc.	Extemporanée.
Acide acétique...	1 goutte.	

Cette liqueur permet une définition plus précise des contours nucléaires que l'hématéine alunée. La surcoloration varie de 30 minutes à 1 heure 1/2; elle est suivie d'une immersion dans l'eau courante, de 10 minutes. Dans les deux cas, la régression a lieu à l'aide de la solution aqueuse d'acide picrique à saturation. On lave encore à l'eau courante afin de rendre au noyau la coloration bleutée spécifique, puis on colore le fond à l'éosine. Dans certains cas, il est préférable de remplacer la solution picriquée par le liquide de Van Gieson, qui fournit simultanément régression et coloration cytoplasmiques. La différenciation est très rapide et doit être surveillée attentivement. On lave de suite aux alcools sans passer par l'eau. Le noyau se profile sur le fond jaune rougeâtre du cytoplasme, plus nettement qu'après les colorations du fond à l'éosine ou l'érythrosine.

d) *Violet de gentiane phéniquée.* — Cette teinture nous a fourni des colorations admirables de netteté et de précision, la durée du contact est généralement de 45 minutes à une heure, mais peut durer plus longtemps, 12 heures et 24 heures. La régression consécutive se pratique avec l'alcool chlorhydrique à 0 gr. 20 %.

e) *Bleu polychrome.* — Employé spécialement à la recherche des corpuscules métachromatiques, le bleu polychrome donne pour l'étude de ces granulations les meilleurs résultats. Durée de coloration : 1/2 heure à 1 heure.

Régression à la Glycerinætherınischung pure.

Lavages rapides à l'eau, à l'alcool à 30°, alcool absolu, xylol et baume.

f) *Safranine anilinée.* — Ce colorant fournit sensiblement les mêmes résultats que le violet de gentiane phéniqué.

Durée de coloration : 24 à 48 heures.

Régression : alcool chlorhydrique à 0.20 %.

TABLEAU DES INDICATIONS CHROMATIQUES

COLORANT EMPLOYÉ	TEMPS de SURCOLORATION	RÉGRESSION	COLORATION du FOND	NOYAU		CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES		RETICULUM BASOPHILE	
				Perenyi	Lavdowsky	Perenyi	Lavdowsky	Perenyi	Lavdowsky
Hématoxyline ferrique.	Mordançage de 4 heures dans alun de fer. Coloration 12 h. dans hématoxyline.	Alun de fer.	Eosine ou Erythrosine.	Coloré.	Coloré.	0	Rarement colorés.	Coloré.	Coloration moins nette.
Hématéine alunée.	1 h. à 2 heures	Acide picrique saturé ou Van Gieson.	Eosine ou Van Gieson.	Coloré.	Coloration moins nette.	0	Colorés.	0	0
Hématéine alunée acide.	1/2 h. à 1 h. 1/2.	Acide picrique sature ou Van Gieson.	Eosine ou Van Gieson.	Coloré.	Coloration moins nette.	0	Colorés.	0	0
Violet de gentiane phéniquée.	1 h. à 24 heures.	Alcool chlorhydrique à 2 °/oo.	0	Coloré.	Coloration moins nette.	0	Colorés.	Coloré.	Rarement coloré.
Safranine anilinée.	24 à 48 heures.	Alcool chlorhydrique à 2 °/oo.	0	Coloré.	Coloration moins nette.	0	0	Coloré.	Rarement coloré.
Bleu polychrome.	1/2 h. à 1 heure.	Glycerinaethermischung.	0	Coloré.	Mal coloré.	0	Colorés.	Coloré.	Coloration peu nette.

Tous les colorants dont nous avons fait usage proviennent de la Maison Grübler, de Leipzig.

Toutes nos préparations ont été montées au baume du Canada, après lavage rapide à l'alcool absolu et immersion dans le xylol.

Nous avons toujours pris grand soin d'éviter la dessication des préparations, dessication qui amène d'importantes perturbations dans la morphologie interne de la cellule.

Le tableau ci-contre (p. 29) résume les indications des colorants et leurs propriétés chromophiles respectives.

MILIEUX DE CULTURE

A) *Endomyces*

I) Le muguet a été tantôt cultivé sur carotte, substratum de choix pour l'étude de cet organisme, tantôt sur pomme de terre. Alors que sur le premier milieu apparaissent uniquement les formes levures, sur le deuxième prennent naissance, simultanément, des formes levures et des formes filamenteuses, les premières prédominant toutefois. Nous ne pouvons parler de ces milieux sans faire allusion à leur stérilisation, ce qui donne lieu à un certain nombre de considérations importantes. Toutes choses étant égales, en partant de deux carottes différentes, on peut noter des retards considérables dans l'apparition des colonies d'*Endomyces*, certaines racines, à parenchyme plus tendre, fournissant en effet des cultures plus luxuriantes ; d'autre part, sur une même carotte la vitesse d'apparition des colonies et la prolifération microbienne dépendront de l'ensemencement, suivant qu'il aura lieu dans la zone corticolibérienne ou en plein parenchyme ligneux. La cuisson des substrata intervient également et diffère encore pour peu que les tubes de culture soient tassés dans les paniers des stérilisateurs ; il adviendra ainsi, que les milieux de culture périphériques seront plus cuits que ceux du centre, où la chaleur ne pénètre qu'imparfaitement. Ces considérations, qui peuvent paraître puériles à des bactériologistes, ont ici une importance considérable. Les inconvénients qui résultent de l'utilisation en cytologie bactérienne de milieux végétaux ne sauraient avoir lieu avec les substrata artificiels, préparés synthétiquement et de composition parfaitement déterminée.

II) Comme le muguet végète sur la muqueuse buccale et qu'il est, dans certains cas, susceptible de s'infiltrer en profondeur dans les masses musculaires, nous avions pensé lui fournir un milieu riche en substances albumineuses. A cet effet, nous avons préparé le milieu suivant :

Calodal	10	grammes.
Glycérine	10	—
Saccharose	10	—
Gélose	15	—
Eau	1.000	—

Mais les résultats obtenus ont été peu satisfaisants, ce qui nous a obligé à rejeter ce milieu dystrophique.

En vue d'obtenir d'abondantes formes filamenteuses, nous avons fait usage du milieu suivant, dont la composition minérale est celle indiquée par Linossier, comme étant la plus favorable à la culture de cet organisme. Ce substratum nous a d'ailleurs donné entière satisfaction.

Il répond à la composition suivante :

Eau distillée	1.000 cmc.
Sulfate de magnésie	0 gr. 05
Sulfate de fer	0 gr. 02
Sulfate de zinc	0 gr. 02
Sulfate d'ammoniaque	1 gr.
Carbonate de soude	0 gr. 10
Phosphate de potasse	0 gr. 50
Saccharose	3 gr.
Gélose	15 gr.

B) *Bactéries*

Dans l'étude des Bactéries, les milieux gélosés suivants se sont montrés particulièrement favorables à l'étude de ces microorganismes

Milieu *a*)	Calodal (1)	5	gr.
	Peptone	15	gr.
	Glycérine	10	gr.
	Saccharose	10	gr.
	Gélose	20	gr.
	Eau	1.000	gr.

Milieu *b*)	Peptone	20 gr.
	Glycérine	10 gr.
	Saccharose	10 gr.
	Eau	1.000 gr.
	Gélose	20 gr. (milieu de Guéguen).

Les milieux *a* et *b* neutralisés sont rendus légèrement alcalins p addition de soude caustique normale.

$$[\ 4\ cc^3\ NaOH\ \frac{N}{1}\ pour\ 1.000\ cc^3]$$

(1) *Etude du calodal.* — Le calodal ou substance albumineuse de Heyden se présente sous la forme d'une poudre fine, soluble dans l'eau et utilisée en thérapeutique pour l'alimentation azotée par voie hypodermique. Ses caractères physicochimiques déterminés par nous sont les suivants :

a) La solution aqueuse ne précipite pas par la chaleur, mais précipite à chaud en présence de l'acide acétique.

b) La solution à 1/40^e ne précipite pas par le sulfate de soude à saturation, cependant, cette solution saturée, fournit un abondant coagulum sous l'action de la chaleur, et un précipité volumineux par addition d'acide nitrique.

c) La solution au 1/40^e, traitée par le sulfate de magnésie fournit un abondant précipité que l'on sépare par filtration, le filtrat limpide se trouble encore par l'acide nitrique et abondamment par le sulfate d'ammoniaque à saturation.

d) Le filtrat qui résulte de la précipitation du calodal au 1/40^e, par le sulfate d'ammoniaque à saturation, ne présente plus les caractères physiques des solutions albumineuses. Il ne trouble même pas le réactif, pourtant si sensible, de Tanret.

e) Les caractères de précipitation de cette substance montrent qu'elle est constituée par un mélange d'albumoses et de globulines, mais elle ne renferme pas de peptones. La solution de calodal est neutre au tournesol, elle ne réduit pas la liqueur de Fehling et présente les caractéristiques suivantes :

Pouvoir rotatoire : $\alpha\ (\mathrm{D})$ = 79.99
Azote totale .... N = 11 gr. 40 %
Humidité à 100°........... 14.41 %

Cette substance, riche en albumine, d'une utilisation et d'un maniement commodes, pourrait probablement rendre des services dans l'isolement de certaines espèces bactériennes qui nécessitent, pour leur prolifération, des milieux riches en colloïdes albumineux.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE DES FUCACÉES

Par M. H. LE TOUZÉ

Ce travail porte sur toutes les espèces de Fucacées françaises, à l'exception des genres *Cystosira* et *Himanthalia*. Ces espèces sont : *Fucus serratus* L., *Fucus vesiculosus* L., *Fucus platycarpus* Thur., *Fucus ceranoides* L., *Pelvetia canaliculata* (L.) Dcne et Thur., *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol., *Bifurcaria tuberculata* Stackk., *Halidrys siliquosa* (L.) Lyngb.. Les genres *Fucus*, *Pelvetia* et *Ascophyllum* appartiennent à la tribu des Fucées; les genres *Halidrys* et *Bifurcaria*, à celle des Cystosirées.

Je distinguerai, dans le thalle des Fucacées, deux tissus : un « tissu central » formé de cellules allongées, disposées en files longitudinales appelées hyphes; — un « tissu pariétal », entourant le premier, composé de cellules isodiamétriques formant une sorte de parenchyme.

Ces deux tissus, différents d'aspect, ont aussi une origine différente. Le tissu pariétal est formé par la multiplication de cellules qui proviennent des segmentations latérales de la cellule apicale. Le tissu central, au moins dans les parties jeunes du thalle, se compose de cellules issues de la cellule apicale par un cloisonnement parallèle à sa base. Ces cellules du tissu central jeune constituent les « grandes hyphes ». A ces grandes hyphes, s'en ajoutent, par la suite, d'autres, provenant du tissu pariétal, les « petites hyphes », si bien que, dans les parties âgées du thalle, le tissu central, d'apparence homogène, a une double origine.

Le tissu pariétal ainsi défini correspond à la fois à l' « épiderme » et à l'« écorce » des auteurs (« système assimilateur » et « système de réserve » de quelques auteurs récents). Le tissu central correspond au « corps central » des auteurs, les grandes hyphes répondant spécialement aux « cellules médullaires » (ou « système conducteur »), les petites hyphes aux « hyphes » proprement dites (ou « système mécanique »).

Les arguments en faveur de la nouvelle nomenclature que j'adopte sont exposés à la fin de ce travail.

Noyau. — Chaque cellule possède un noyau et un seul. Oltmans prétend (**8**, p. 526) que les cellules des hyphes contiennent souvent un grand nombre de noyaux. Je n'ai jamais pu observer ce fait ; il est vraisemblable qu'Oltmans a pris pour des noyaux les nombreux grains de réserve qui remplissent certaines hyphes. Schmitz et Hansteen décrivent d'ailleurs un seul noyau dans ces cellules.

On rencontre, chez les Fucacées, deux types de noyaux tout à fait distincts :

Un premier type, que j'appellerai le typeun inucléolé, a été décrit par Schmitz et Oltmans. Tous les noyaux figurés par les auteurs, dans leurs études sur la mitose et la reproduction des Fucacées, appartiennent à ce type. Le noyau, sphérique ou subsphérique, ne possède qu'une seule masse bien distincte de substance basophile : ce gros nucléole est sphérique et à peu près central ; on ne le voit jamais accolé à la membrane nucléaire. Il est plongé dans un suc nucléaire granuleux. (Pl. 9, fig. 1). Il y a parfois, exceptionnellement, deux nucléoles.

Les noyaux du second type, que j'appellerai le type granuleux, ont un tout autre aspect. La chromatine se trouve répartie en un petit nombre de gros grains (généralement de 4 à 7) de forme irrégulière, adhérant la plupart à la membrane nucléaire par une de leurs faces (Pl. 9 fig. 2).

En règle générale, le type uninucléolé caractérise la tribu des Fucées ; le type granuleux, celle des Cystosirées.

J'ai observé une exception remarquable : plusieurs *Fucus platycarpus* recueillis avant que la marée montante ne les eût recouverts (c'est-à-dire après avoir subi une exposition de plusieurs heures au soleil) possédaient des noyaux du type granuleux ; des pieds identiques, recueillis à la même station, sur la plage Est de Luc

(Calvados), après une immersion de quelques heures présentaient des noyaux uninucléolés comme les autres *Fucus*.

Cytoplasma. — Dans les cellules adultes des différents tissus, le cytoplasma, encombré d'enclaves, ne présente aucune structure propre. Dans les cellules immédiatement voisines du sommet, Yamanouchi (**13**) indique que le cytoplasma devient plus dense et plus granuleux auprès du noyau. On peut préciser cette structure, qui est tout à fait semblable à celle qu'Escoyez (**1**) a décrite chez une Sphacélariée, le *Stypocaulon scoparium*. Il faut distinguer du cytoplasma général (alvéoplasme d'Escoyez), un protoplasma plus dense (mitoplasme d'Escoyez) accumulé à un pôle du noyau, dont il recouvre parfois près de la moitié de la surface, et qui s'irradie, en travées irrégulières, dans le cytoplasma général (Pl. 9, fig. 1).

On n'observe pas de centrosome véritable dans les cellules au repos; mais on trouve, répandus dans le cytoplasma, de petits granules colorables à l'hématoxyline de Heidenhain, comparables aux microsomes décrits par Escoyez chez le *Stypocaulon*. Comme ces microsomes, ils s'accumulent surtout près du noyau, où ils simulent parfois des centrosomes.

Le cytoplasma meurt par dégénérescence granuleuse. Dans les poils des cryptes pilifères, on suit tous les stades de ce processus, qui s'y accomplit lentement : dans le cytoplasma homogène, des vacuoles se creusent, aux angles desquelles le protoplasma se condense en grains de plus en plus gros.

Phœoplastes. — Hansteen (**3**) a donné une bonne description des phœoplastes; je n'ajoute que quelques remarques :

La taille des phœoplastes varie quelque peu. Sur une coupe transversale de la fronde, on constate que les phœoplastes des cellules internes du tissu pariétal sont un peu plus grands que ceux de l'assise périphérique.

En se rapprochant du sommet végétatif, on trouve des phœoplastes de plus en plus petits et surtout de plus en plus minces, affectant la forme d'un bâtonnet plutôt que d'un ovoïde (comparer Pl. 9, les fig. 3, 4 et 5). Les cellules apicales ne contiennent pas de phœoplastes; il est vraisemblable que ceux-ci se constituent, près du sommet, par la transformation de mitochondries, de chondriocontes allongés, ainsi que l'a montré Guilliermond pour les chloroplastes des feuilles d'orge (**2**). Je n'ai pu mettre ces mitochondries en évidence d'une façon très certaine. Les petits bâtonnets de la figure 3 semblent des intermédiaires entre les chondriocontes et les phœoplastes.

L'affinité des phœoplastes pour les colorants semble un argument en faveur de cette origine mitochondriale. Les petits bâtonnets de la figure 3 absorbent énergiquement l'hématoxyline de Heidenhain et ne sont décolorés par l'alun de fer que longtemps après les noyaux; les phœoplastes un peu plus gros de la figure 4, encore voisins du sommet, sont décolorés peu après les noyaux. Plus bas enfin, l'affinité des phœoplastes pour l'hématoxyline est moindre que celle des noyaux, qui restent les derniers colorés.

Dans les parties adultes du thalle, les phœoplastes se multiplient par division transversale; on observe souvent, dans les cellules, des formes en haltères (Pl. 9, fig. 5).

Grains de Fucosane. — Les cellules des Algues brunes renferment en abondance de gros globules d'une substance qui semble graisseuse. Hansteen (**3**) leur donna le nom de grains de fucosane (fucosankôrner) et, le premier, établit d'une façon définitive, contre Crato, la signification de ces globules : la fucosane est le premier produit visible de l'assimilation chlorophyllienne des algues brunes, homologue à l'amidon des plantes vertes. Ne pouvant donner ici la bibliographie des travaux parus depuis Hansteen sur cette question, nous ne pouvons pourtant passer sous silence l'étude de la fucosane faite par Hunger chez les Dictyotacées. Confirmant les principales conclusions de Hansteen, Hunger introduit en outre la notion d'une évolution chimique de la fucosane suivant les saisons.

La fucosane est répartie un peu partout dans la plante. Hansteen la localisait principalement dans la partie interne du tissu pariétal, l'ancienne écorce, dont il fit, pour ce motif, son « système de réserve » (Speicherungsystem). En réalité, on trouve aussi de la fucosane dans l'assise périphérique et dans le tissu central; c'est même dans ce dernier tissu que les grains deviennent le plus gros.

Dans l'assise périphérique du genre *Fucus*, la fucosane affecte une disposition spéciale : elle est localisée dans la partie extérieure des cellules, qu'elle occupe entièrement (Pl. 9, fig. 5). Dans les assises sous-jacentes du tissu pariétal, chez les *Fucus*, les grains de fucosane sont répartis d'une manière à peu près homogène dans toute la cellule, les gros grains s'accumulant plus spécialement vers le centre (Pl. 9, fig. 6). Il n'en est pas de même dans le genre *Halidrys*, où l'abondance de la fucosane vers l'extérieur de la cellule se fait sentir sur deux ou trois assises cellulaires (fig. 1).

La fucosane fait entièrement défaut dans les cellules du sommet végétatif. Elle devient de plus en plus abondante en allant vers le bas du thalle, en même temps que les grains deviennent de plus en plus gros. Dans la partie inférieure du thalle, les hyphes sont véritablement bourrées de fucosane, en grains presque aussi gros que des noyaux (Pl. 9, fig. 7). Une grande quantité de fucosane semble ainsi ne plus rentrer dans le cycle vital et constituer une substance d'excrétion.

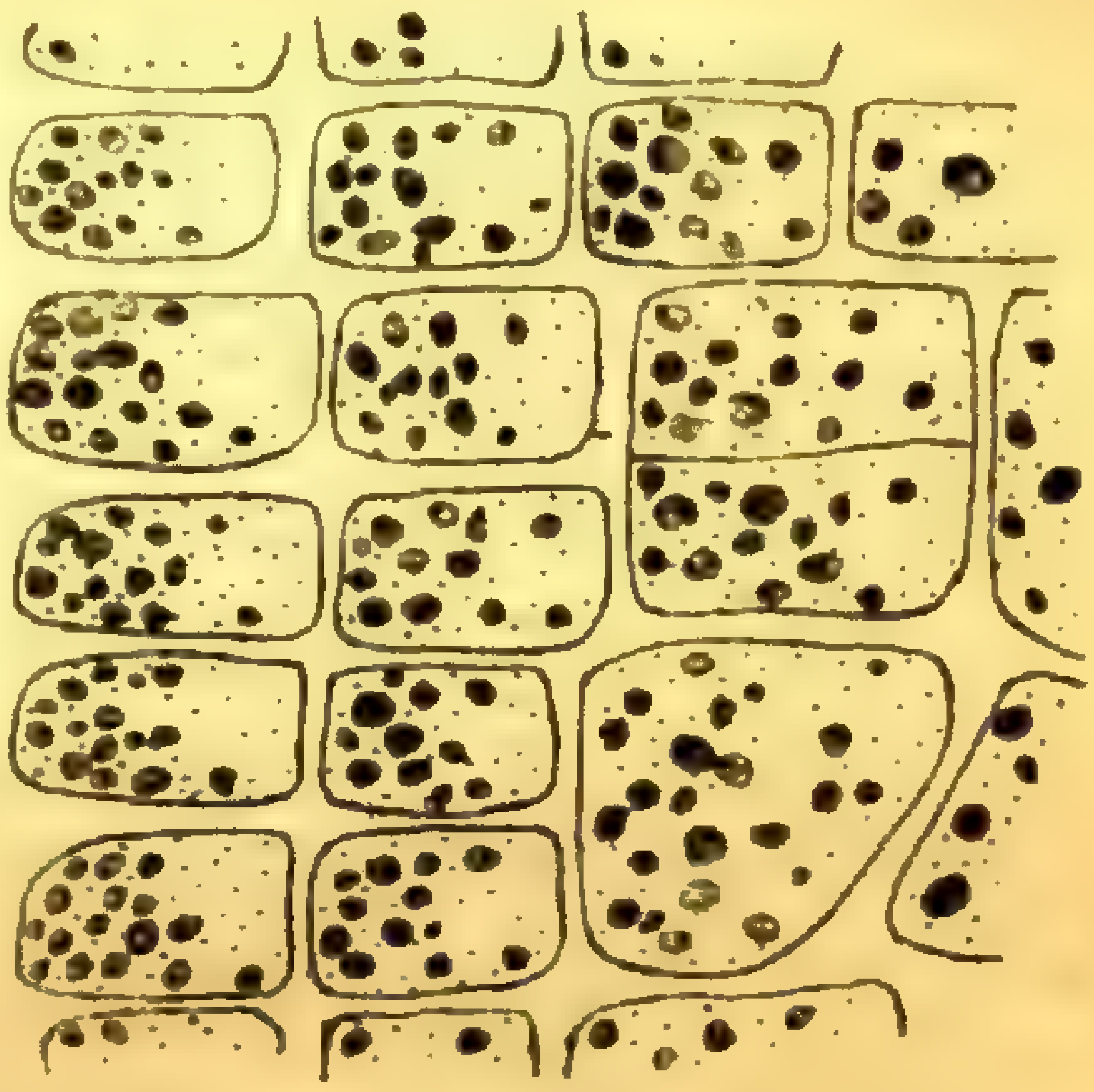


Fig. 1.— Tissu pariétal d'*Halidrys Siliquosa.* — La prépondérance de la fucosane vers l'extérieur des cellules se fait sentir sur une profondeur de plusieurs assises.

Vers la fin de l'été, au moment où le sommet végétatif cesse de croître pour se différencier en réceptacle, la fucosane y devient aussi extrêmement abondante; les cellules de l'assise périphérique, notamment, sont remplies de gros grains, même dans leur partie interne.

J'ai voulu vérifier la formation des grains de fucosane au contact des phœoplastes, telle que l'a décrite Hansteen et que l'a revue Hunger chez les Dictyotacées. Mes figures (Pl. 9, fig. 6) sont assez analogues à celles de Hansteen (par exemple Pl. 9, fig. 17). Les unes et les autres me semblent trop vagues pour que l'on puisse affirmer, d'après elles, que les grains de fucosane prennent toujours naissance au contact même des phœoplastes; certains tout petits grains se trouvent à quelque distance de tout phœoplaste, et semblent plutôt s'être formés à l'endroit même où ils se trouvent encore.

La répartition des grains de fucosane dans les cellules périphériques est d'ailleurs contraire aux idées de Hansteen. Les granules ne se trouvent que dans la partie extérieure de la cellule, et ils semblent bien y naître sur place et y grossir par simple apposition plutôt que par fusion avec de petits grains provenant des phæoplastes. Dans l'assise périphérique jeune, tout près du sommet, à un niveau où la fucosane n'apparaît pas encore, la partie extérieure de la cellule, où sera plus tard localisée la fucosane, contient des granulations plus ou moins grosses qui ne réduisent pas l'acide osmique, mais que colore l'hématoxyline de Heidenhain (fig. 3 et 4). Il semble que la condensation de la fucosane se fera autour de ces granulations, comparables aux plastes qui servent de point de départ à la formation de globules de graisse dans certaines cellules animales (les cellules épithéliales de l'intestin, par exemple).

Hansteen (**3**) niait la coloration de la fucosane par l'acide osmique. La plupart des auteurs écrivent au contraire que les grains de fucosane réduisent l'acide osmique, comme des globules graisseux. J'ai, en effet, toujours observé cette coloration, en ce qui concerne les grains relativement petits des tissus jeunes (Pl. 9, fig. 6). Les gros grains de la portion inférieure du thalle, par contre, ne noircissent pas au contact de l'acide osmique, et se colorent, dans les coupes, par les colorants basiques. Au contraire des petits grains, ils ne se dissolvent pas dans l'alcool, si bien qu'ils sont conservés sur les coupes, même dans du matériel fixé au Bouin.

Il y a donc une évolution certaine de la fucosane au point de vue chimique. Les grains jeunes, noircis par l'acide osmique et solubles dans l'alcool, contiennent vraisemblablement de la graisse (ou du tanin); ils se transforment en vieillissant, ne contiennent plus de graisse, et sont alors formés, peut-être, d'hydrates de carbone divers, comme le croyait Hansteen.

Nous avons noté que les gros grains, accumulés dans les cellules de la partie inférieure du thalle, semblaient être définitivement excrétés plutôt que mis en réserve. La notion de l'évolution chimique de la fucosane dans un sens précis est d'accord avec cette conception; les transformations que subit le grain de fucosane en grossissant et en vieillissant ne sont pas réversibles. Cette fucosane vieillie ne rentre plus dans le cycle alimentaire du *Fucus*. Quand une blessure atteint une partie vieille du thalle, les cellules qui réagissent pour produire une zone génératrice de tissus secondaires ne digèrent pas leur fucosane.

Membrane. — Reinke (**9**) avait déjà distingué et décrit une lamelle médiane dans le tissu pariétal et il avait vu que la substance intercellulaire du tissu central provient de l'élargissement de cette lamelle. Il décrit aussi les pores intercellulaires et la mince membrane obturatrice qui les traverse. La connaissance de la membrane des Fucacées n'a guère fait de progrès depuis lors. Sa composition chimique, notamment, n'a jamais été étudiée; pourtant, après les travaux de Mangin sur la répartition des substances pectiques dans les membranes végétales (**5**), cette étude devenait intéressante et facile. Sauvageau (**10**) a retrouvé les composés pectiques dans la membrane d'Ectocarpus; des recherches analogues sont poursuivies chez les Laminaires (notamment Miss Sykes, **12**); j'ai voulu les ébaucher chez les Fucacées.

Dans le tissu pariétal, on distingue très bien la lamelle moyenne, même sur les tissus frais. Elle est plus épaisse que chez les Phanérogames et se renfle notamment aux angles des cellules, remplissant tous les mécats qui pourraient se produire entre elles. Elle absorbe énergiquement les colorants des substances pectiques (rouge de ruthénium, bleu de méthylène, bleu de naphtylène, safranine, etc.), tandis que la paroi propre de chaque cellule ne se colore que très peu par ces colorants. C'est la structure normale décrite par Mangin (**5**) chez les plantes supérieures : une lamelle moyenne pectique, une paroi propre formée de cellulose mélangée à de petites quantités de pectose (fig. 2).

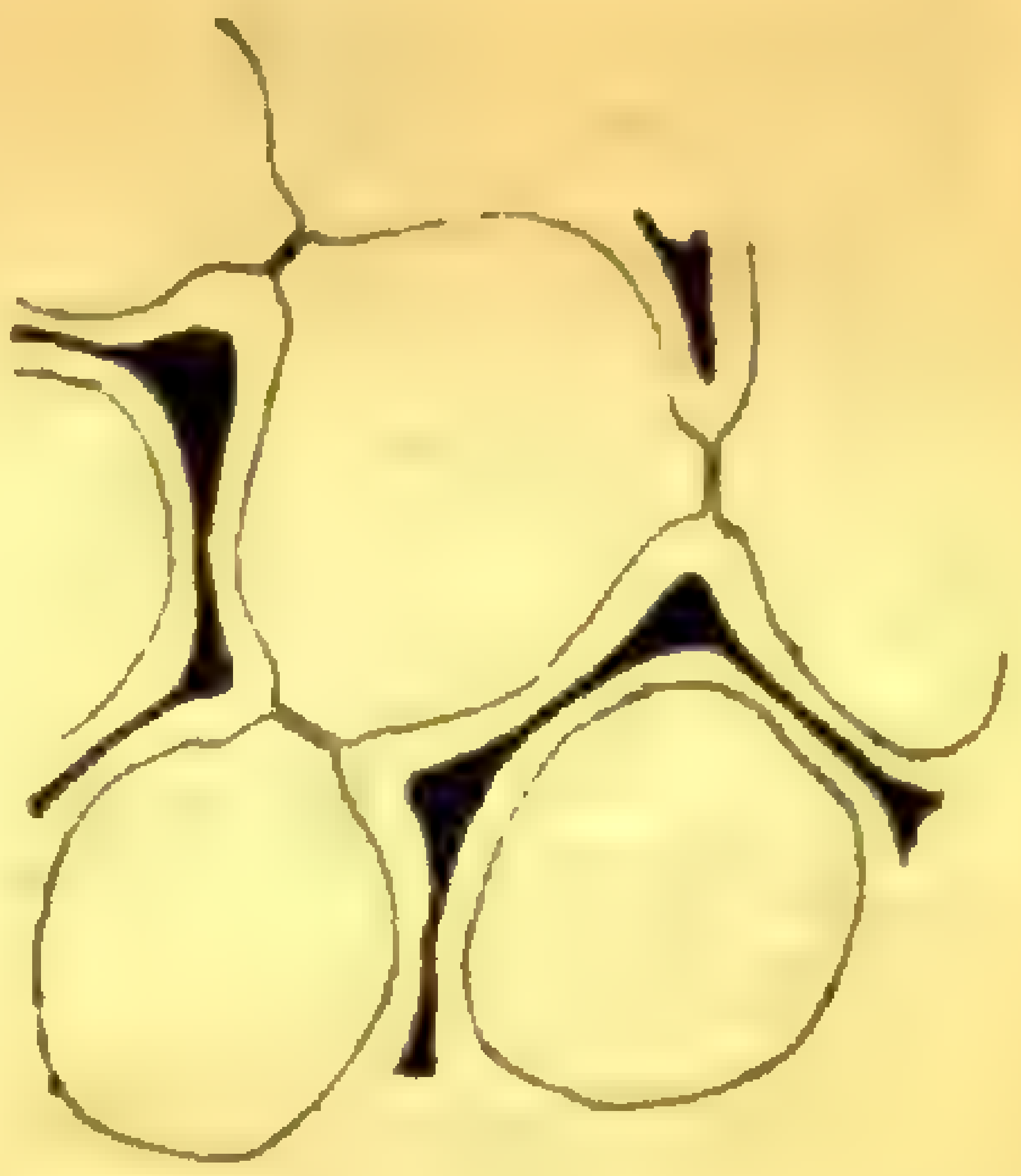


Fig. 2. — Tissu pariétal de ***Fucus Vesiculorus*** : lamelle moyenne et pores.

Les membranes externes des cellules de l'assise périphérique se fusionnent en une cuticule analogue à celle des Phanérogames. Mais cette cuticule ne contient pas de cutine : la teinture d'Alcanna, le Soudan III, le vert acide, ne la colorent pas. Les composés pectiques y dominent, sans toutefois, semble-t-il, la constituer entièrement. Les colorants des substances pectiques permettent d'y distinguer deux zones : l'une interne, exclusivement pectique, en contact avec les parois propres pecto-cellulosiques des cellules, la deuxième formée de lames irrégulières plus ou moins pectiques (fig. 3).

Dans le tissu central, la substance intercellulaire devient extrêmement abondante et possède une structure tout à fait spéciale. Une coupe transversale de tissu central colorée par un colorant des matières pectiques nous montre autour de chaque cellule : 1° la paroi interne pecto-cellulosique; — 2° un liseré mince fortement pectique; — 3° une auréole claire avec des travées rayonnantes irrégulières, de nature pectique; — 4° le mucilage proprement dit, parfois appelé gélose (Pl. 9, fig. 9).

A la limite du tissu central et du tissu pariétal on voit se faire la transition entre cette structure et la membrane à lamelle moyenne typique du tissu pariétal. Et l'on peut constater que le liseré pectique, l'auréole radiée et le mucilage correspondent, à eux trois, à la lamelle moyenne des cellules pariétales.

La gélose provient donc de la transformation de substances pectiques. Dans la fronde, elle est encore peu mucilagineuse et se colore encore, quoique faiblement, par les colorants des composés pectiques. Dans les réceptacles des *Fucus* du groupe *vesiculosus* (*F. vesiculosus*, *F. platycarpus*, *F. ceranoides*) elle devient extrêmement abondante et accentue son évolution : elle est presque entièrement liquide, et ne se colore plus du tout par les colorants pectiques. Dans sa classification des mucilages, Mangin désigne sous le nom de « mucilages pectiques » des substances qui proviennent de la transformation de substances pectiques et qui sous leur forme mucilagineuse, conservent encore les réactions des subtances pectiques. Nous avons ici un exemple d'un mucilage formé par la transformation de substances pectiques, et qui, au terme de son évolution, n'est plus de nature pectique. Il sort des cadres de la classification de Mangin.

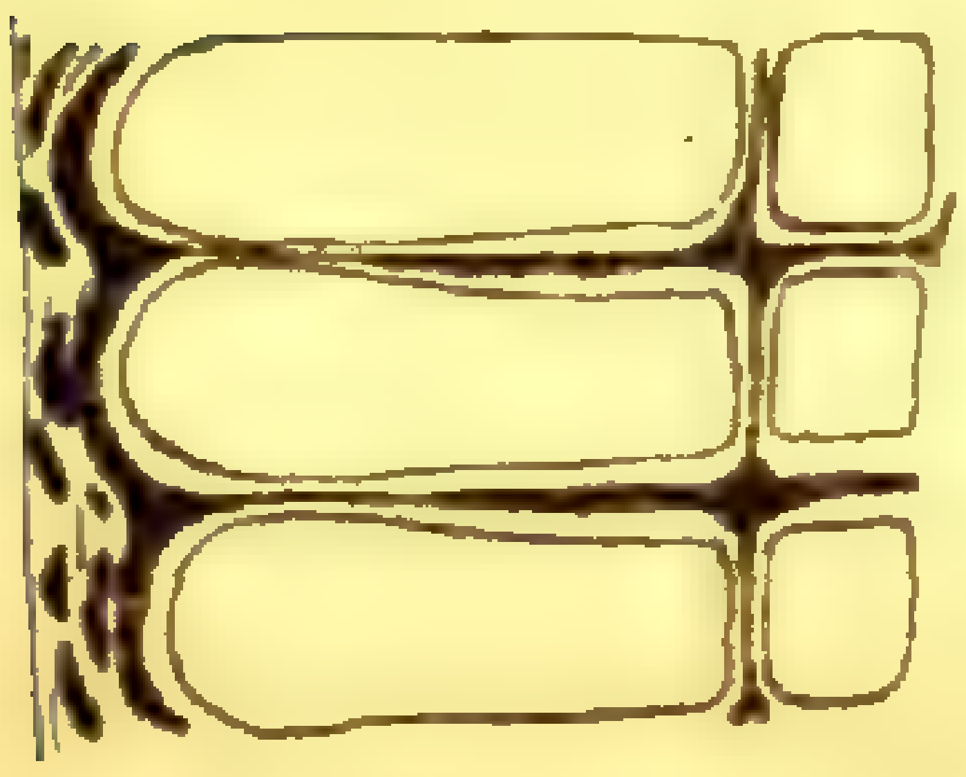


Fig. 3. — **Assise périphérique et assise sous-jacente, chez *Fucus Vesiculosus*: structure de la cuticule.**

La structure qui vient d'être décrite pour le tissu central ne se rencontre inaltérée que dans le tissu central jeune uniquement composé de grandes hyphes. Les petites hyphes, qui s'ajoutent aux premières à partir d'une certaine distance du sommet, ont une paroi analogue, mais sans auréole radiée (Pl. 9, fig. 8). Issues du tissu pariétal, ces petites hyphes semblent s'être mises en place par digestion du mucilage, car celui-ci est bien moins abondant dans la partie inférieure du thalle que dans sa partie supérieure où les petites hyphes n'existent pas encore. Elles entament même les auréoles des grandes hyphes qui ne subsistent plus que par lambeaux.

Communications intercellulaires. — Les cellules communiquent les unes avec les autres par de larges pores (fig. 2). Entre deux cellules adjacentes il n'y a jamais qu'un seul pore, régulièrement arrondi, structure toute différente de celle des Laminaires où deux cellules adjacentes sont unies par une couronne de pores (Miss Sykes, **12**).

Les protoplasmas voisins ne communiquent pas directement par ces pores : une mince membrane obturatrice les sépare toujours (fig. 2). Quelques auteurs ont représenté, un peu schématiquement, de fins plasmodesmes traversant cette membrane et établissant la continuité protoplasmique; je n'ai pu voir de tels plasmodesmes.

La membrane obturatrice n'est qu'une portion non épaissie de la membrane primitive. Lorsqu'à la suite d'une division cellulaire une nouvelle membrane apparaît, cette membrane primitive est uniformément mince. Elle s'épaissit d'abord sur son pourtour, et l'épaississement gagne progressivement vers le centre. La partie non épaissie constitue le pore. A partir d'un certain moment, dans les conditions normales, l'épaississement s'arrête : le diamètre des pores est à peu près constant. Dans certaines conditions pathologiques, par exemple pour les tissus exfoliés par des productions secondaires, le rétrécissement des pores s'accentue davantage encore, sans jamais supprimer entièrement la communication intercellulaire.

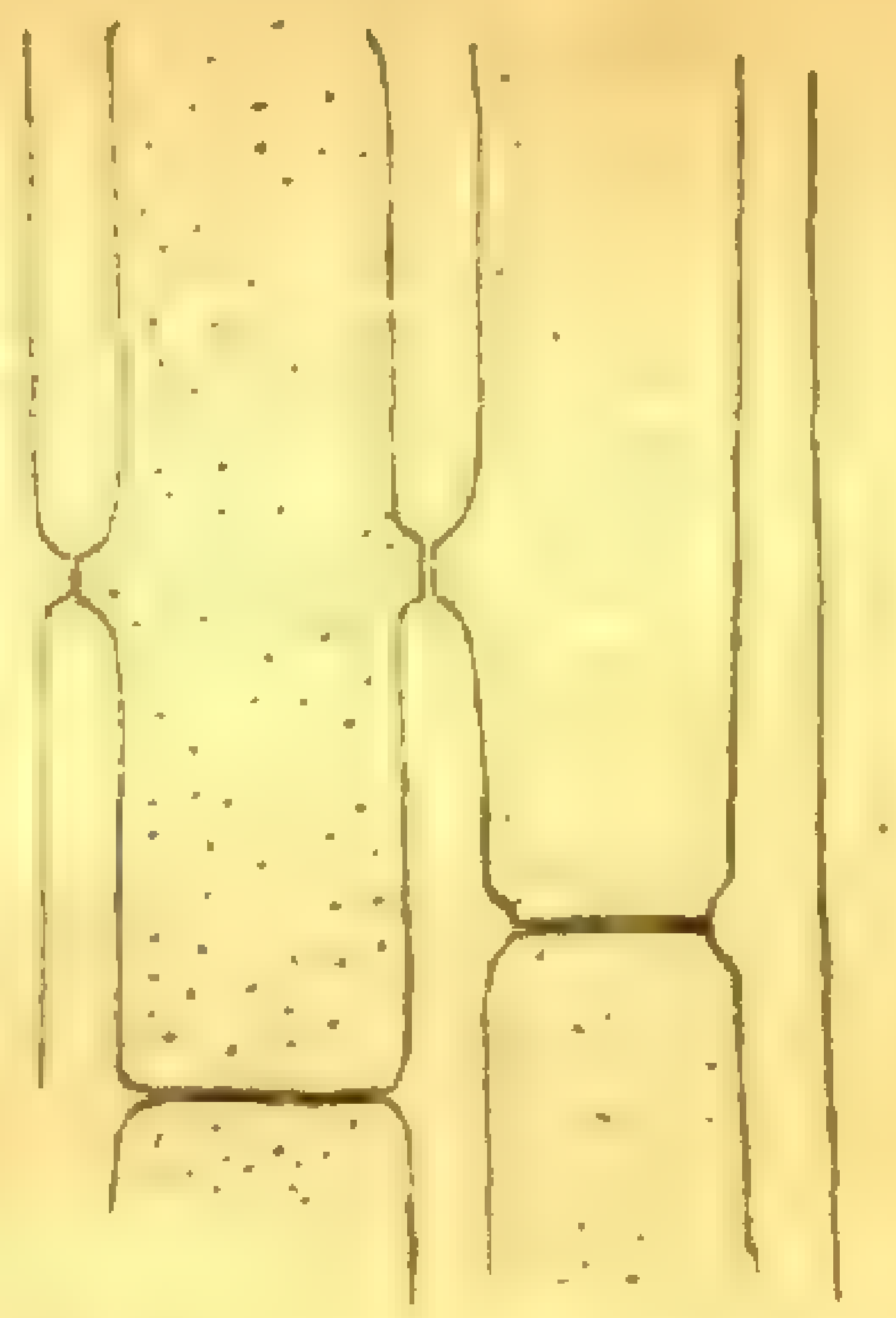


Fig. 4. — Coupe longitudinale dans le tissu central de *Fucus vesiculosus*.

Une cellule d'hyphe est unie aux cellules des hyphes voisines par des pores absolument semblables à ceux du tissu pariétal (fig. 4). Elle est unie aussi par des pores aux cellules adjacentes de la même hyphe, mais la surface d'union étant très étroite, le pore l'occupe entièrement, ou peu s'en faut. La mince membrane séparant deux cellules voisines d'une même hyphe est donc absolument comparable à une membrane obturatrice.

Remarques d'histologie comparée. — Les descriptions précédentes s'appliquent plus spécialement au genre *Fucus*. Les autres genres présentent quelques différences.

Les tribus des Cystosirées et des Fucées s'opposent par quelques caractères bien tranchés. Le noyau est d'un type différent dans chacune d'elles (voir plus haut). La membrane des Fucées est toujours assez épaisse, surtout dans le tissu central où la substance intercellulaire acquiert la structure spéciale décrite plus haut. La membrane des Cystosirées est plus mince; le tissu central est formé de cellules serrées, dont la lamelle moyenne reste mince et simple.

Parmi les Fucées, le genre *Pelvetia* présente quelques caractères spéciaux : les grandes hyphes, dans la partie végétative du thalle, ne sont pas entourées d'une auréole radiée; par contre, cette auréole existe dans le réceptacle, et y est bien plus large que chez les *Fucus*. — Les pores se forment comme chez les *Fucus*, mais ils se rétrécissent plus vite et davantage, ce qui donne aux cellules du tissu pariétal de *Pelvetia* une forme en gourde, caractéristique (fig. 5).

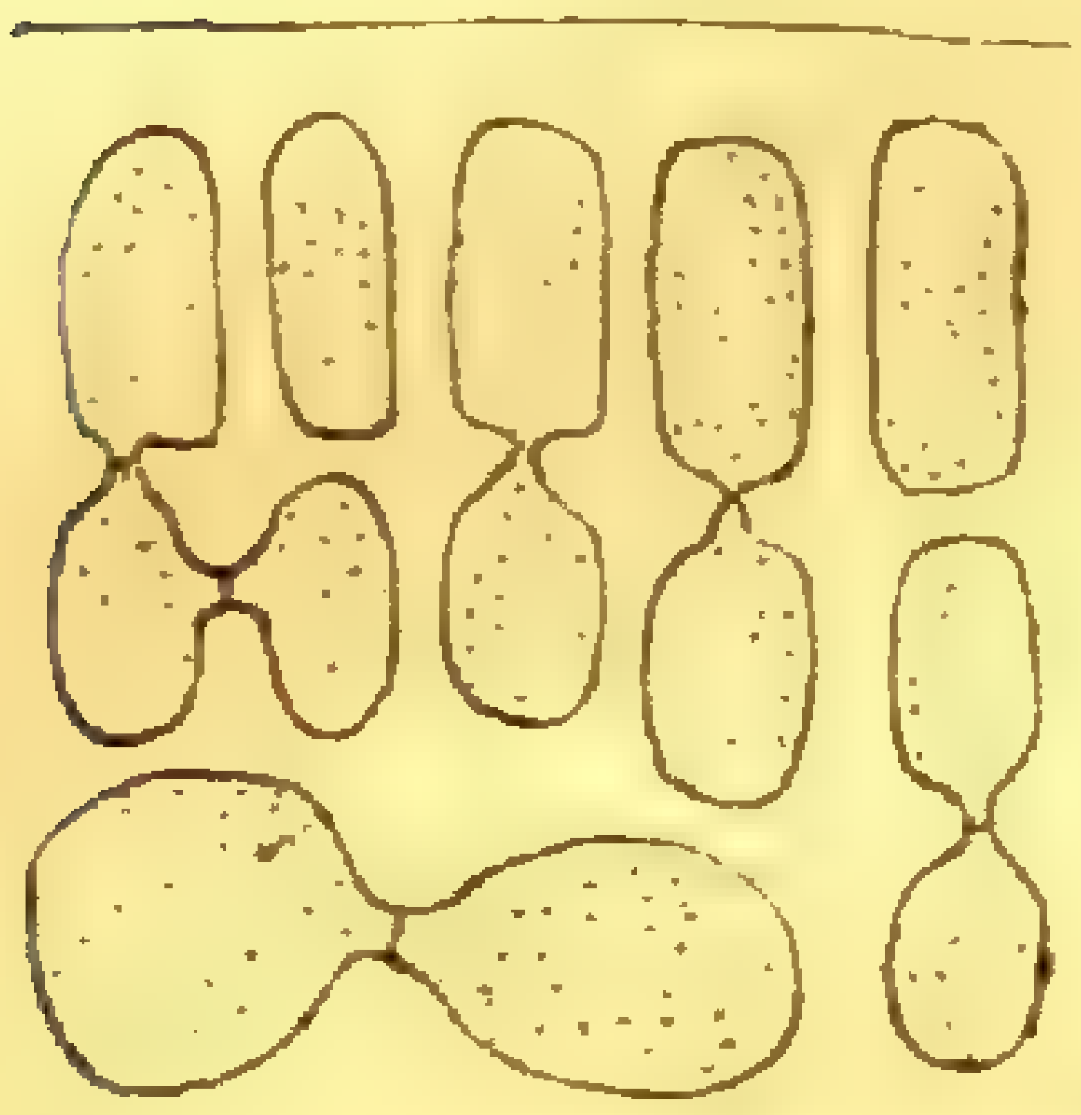


Fig. 5. — Tissu pariétal de *Pelvetia Canaliculata*.

Dans le genre *Fucus*, l'assise périphérique est nettement distincte des assises sous-jacentes. Les cellules profondes du tissu pariétal sont isodiamétriques; le noyau est central; les phœoplastes se trouvent disséminés dans toute la cellule, la plupart appliqués le long de la membrane; la fucosane, répartie d'une façon presque homogène avec une légère tendance à s'agglomérer vers le centre. Les cellules de l'assise périphérique, au contraire, sont allongées normalement à la surface libre; la fucosane occupe la moitié extérieure de la cellule, rejetant noyau et phœoplastes vers le fond (Pl. 9, fig. 5). Cette délimitation des cellules périphériques en deux moitiés est très nette dans le genre *Fucus*; elle est un peu plus confuse chez les autres genres, par exemple chez les *Pelvetia* et *Halidrys*.

Il en résulte un aspect tout différent des assises pariétales sous-jacentes. Dans le genre *Fucus*, les cellules de ces assises, de la première surtout, sont petites, carrées ou même un peu aplaties transversalement (fig. 3); il y a distinction nette entre l'assise périphérique et le reste du tissu pariétal. Chez les *Pelvetia* et *Halidrys*, ces cellules sont plus grandes, légèrement allongées dans le même sens que les cellules périphériques, faisant transition entre elles et les cellules isodiamétriques plus profondes (fig. 5). L'explication est aisée : ces cellules sous-jacentes proviennent d'un cloisonnement des cellules périphériques, parallèlement à leur base; la cloison se trouvera plus ou moins éloignée du fond selon la plus ou moins grande épaisseur de protoplasma qui sera intéressée dans la division.

Critique des termes : Système assimilateur, système de réserve, système conducteur, système de soutien. — Les anciens auteurs distinguaient, dans le thalle des Fucacées, trois tissus : l'épiderme, l'écorce, le corps central (ou moelle). Ces termes sont certainement mal choisis, car ces trois systèmes ne sont nullement homologues aux tissus de même nom des plantes supérieures. Les auteurs récents, les Allemands surtout, remplacent ces termes par ceux de système assimilateur, système de réserve, système conducteur. Ces appellations nouvelles impliquent une conception de la physiologie du *Fucus*, que l'on peut résumer ainsi : l'épiderme assimile, et fabrique la fucosane; l'écorce concrétise et accumule cette fucosane; la moelle répartit les produits assimilés, partout où il en est besoin. Cette conception me semble entièrement fausse. Je résume ici mes arguments :

I. — Il n'y a aucune raison valable de faire une distinction entre un épiderme et une écorce. Ces deux formations constituent un seul et même tissu, puisque les cellules corticales proviennent du cloisonnement des cellules dites épidermiques, cloisonnement qui se poursuit activement jusqu'à une très grande distance du sommet.

Surtout, il est absolument faux d'établir entre ces deux systèmes une distinction physiologique. L'un et l'autre assimilent; les cellules de l'un comme celles de l'autre contiennent des grains de réserve, et en quantités toujours comparables.

Ces deux formations apparaissent bien comme morphologiquement différentes dans le genre *Fucus*; mais cette différence est superficielle; elle n'est pas sensible dans d'autres genres. Il n'y a là qu'un seul tissu.

II. — Les grandes hyphes ne constituent pas un système conducteur véritable :

Nous avons vu que la membrane qui sépare deux cellules voisines d'une même hyphe est très mince et a la valeur morphologique d'une membrane obturatrice de pore. Traversée, ou non, par des plasmodesmes, cette mince membrane ne peut être comparée à une plage criblée de Laminaire qui représente une portion de membrane percée de plusieurs pores, chacun de ces pores possédant une membrane obturatrice percée à son tour, peut-être, de plasmodesmes.

Les cellules des hyphes ne montrent d'ailleurs aucune différenciation en vue d'une fonction conductrice. Jeunes, elles ressemblent absolument, par leur contenu, aux cellules du tissu pariétal. Agées, elles sont remplies de grains de fucosane, disposition vraiment peu propice à la conduction des liquides.

Enfin la forme allongée de ces cellules et leur disposition en files longitudinales, en hyphes, s'explique peut-être simplement par une sorte d'affaiblissement des phénomènes vitaux dans la profondeur du thalle. C'est un fait, d'observation facile, que la division cellulaire, fréquente à la surface du thalle, devient plus rare, à l'intérieur. Considérons une cellule du tissu central, près du sommet végétatif. Entre deux divisions de cette cellule, la plante a notablement grandi, surtout en longueur. Pour suivre cet allongement de la plante, la cellule s'allonge. Quand elle se divisera enfin, son allongement orientera l'axe du fuseau; et le cloisonnement sera transversal. Ce processus, en se répétant, produit une hyphe.

III. — Quelques auteurs considèrent les petites hyphes comme un système de soutien.

Il est certain qu'un complexe d'hyphes enchevêtrées donne au thalle plus de résistance qu'un simple amas de mucilage. Mais les cellules de ces hyphes ne sont différenciées en rien pour remplir cette fonction : leur contenu cellulaire est absolument comparable à celui des grandes hyphes voisines; leurs membranes ne sont nullement épaissies.

Ce travail a été fait sous la direction de M. Matruchot; je le prie de bien vouloir accepter l'expression de ma vive reconnaissance pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée.

Je dois également tous mes remerciements à M. Malard, directeur-adjoint du Laboratoire de Saint-Vaast, pour les envois de Fucacées de la région qu'il a bien voulu me faire.

RÉSUMÉ

Je distingue, dans le thalle des Fucacées, deux tissus : le tissu pariétal (*épiderme plus écorce*, des auteurs) et le tissu central (corps central des auteurs).

1. — Chaque cellule ne possède qu'un seul noyau, même les cellules d'hyphes. On rencontre, chez les Fucacées, deux types de noyaux : dans les noyaux du type uninucléolé la substance basophile paraît condensée en une seule masse centrale (exceptionnellement en deux masses); dans les noyaux du type granuleux, la chromatine est répartie en plusieurs gros grains, adhérant la plupart à la membrane nucléaire. Le premier type se trouve chez les Fucées, le second chez les Cystosirées; mais cette règle souffre des exceptions : par exemple les *Fucus platycarpus*, asséchés à mer basse et exposés au soleil, possèdent des noyaux du type granuleux.

2. — Dans les cellules voisines du sommet, on distingue un mitoplasma et un alvéoplasma. Il n'y a pas de centrosomes, à l'état de repos cellulaire.

La mort s'effectue par dégénérescence granuleuse.

3. — Les phœoplastes ont vraisemblablement une origine mitochondriale.

4. — Les grains de fucosane sont répartis dans tous les tissus de la plante. Ils prennent naissance par condensation des produits de l'assimilation chlorophyllienne autour de plastes spéciaux. Les grains jeunes réduisent l'acide osmique et sont solubles dans l'alcool. Les grains vieillis ne réduisent plus l'acide osmique et sont insolubles dans l'alcool : ils semblent définitivement excrétés.

5. — Dans le tissu pariétal, la membrane cellulaire se différencie en une paroi pecto-cellulosique interne et une lamelle médiane exclusivement pectique. Dans le tissu central, on distingue, autour des grandes hyphes : 1° la paroi pecto-cellulosique; 2° une mince enveloppe pectique; 3° une auréole traversée de filaments pectiques rayonnants; 4° le mucilage général. Dans la fronde, ce mucilage est

encore légèrement pectique; il ne l'est plus du tout dans le réceptacle de *Fucus vesiculosus*, par exemple. Les petites hyphes n'ont pas d'auréole radiée.

La cuticule ne contient pas de cutine.

6. — Les Cystosirées ne possèdent pas de mucilage dans le tissu central.

Dans l'assise périphérique les cellules montrent deux moitiés distinctes : la moitié extérieure où est accumulée la fucosane; la moitié intérieure où noyau et phœoplastes sont confinés. Il en résulte une forme carrée ou même aplatie des cellules sous-jacentes, qui proviennent de la division des cellules périphériques. Dans les autres genres, ces cellules sous-jacentes sont plutôt allongées dans le même sens que les cellules périphériques.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. ESCOYEZ. — La mitose chez *Stypocaulon scoparium*, (*La Cellule*, tome **25**).
2. GUILLIERMOND. — Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries. (*C. R. Ac. Sc.*, août 1911).
3. HANSTEEN. — Studien z. Anatomie und Physiologie der Fucoiden. (*Pringsh. Jahrb.*, 1892. **24**).
4. HUNGER. — Ueber das Assimilationsprodukt der Dictyotaceen. (*Pringsh. Jahrb.*, 1902. **38**).
5. MANGIN. — Recherches anatomiques sur la distribution des composés pectiques chez les végétaux. (*Journ. de Bot.*, 1891, 1892, 1893).
6. MANGIN. — Sur un essai de classification des mucilages. (*Bull. Soc. Bot. de France*, août 1894).
7. OLTMANS. — Beit. z. kenntniss der Fucaceen. (*Bibliotheca botanica*, 1899, helf. 14).
8. OLTMANS. — Morphologie und Biologie der Algen. Iéna, 1904.
9. REINKE.— Beit. z. Kenntn. der Tange. (*Pringsh. Jahrb.*, 1876. **10**).
10. SAUVAGEAU. — Note sur l'*Ectocarpus (Pilayella) fulvescens*. (*Journ. de Bot.*, 1896. **10**).
11. SIMONS. — A morphological study of *Sargassum filipendula* (*Bot. Gaz.*, 1906. **41**).
12. (Miss) SYKES. — Histology of *Macrocystis pirifera* and *Laminaria saccharina* (*Ann. of Bot.*, 1908. **22**).
13. YAMANOUCHI. — Mitosis in *Fucus*. (*Bot. Gaz.*, 1909. **27**).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

PLANCHE 9

Fig. 1. — Sommet vég. d'*Ascophyllum nodosum* : noyaux du type uninucléolé (n.); structure du cytoplasma.

Fig. 2. — Cellules jeunes du tissu pariétal d'*Halidrys Siliquosa* : noyaux du type granuleux.

Fig. 3. — Cellules périphériques de *Fucus serratus*, très voisines du sommet : chondriocontes se transformant en phœoplastes (ch.).

Fig. 4. — Cellules périphériques de *Fucus serratus* : phœoplastes en voie de formation (ph.); — plastes (p.) autour desquels se condensera la fucosane.

Fig. 5. — Cellules périphériques de *Fucus serratus* : phœoplastes adultes en voie de division (ph.); — grains de fucosane (fuc.).

Fig. 6. — Cellule profonde du tissu pariétal de *Fucus serratus* : grains de fucosane (fuc.) et phœoplastes (ph.).

Fig. 7. — Coupe transversale d'une hyphe vers le bas du thalle de *Fucus serratus* : gros grains de fucosane excrétée (fuc.).

Fig. 8. — Tissu central de *Fucus vesiculosus* vers le bas du thalle. Les petites hyphes (p. h.) s'intercalent entre les grandes hyphes (g. h.).

Fig. 9. — Tissu central de *Fucus vesiculosus* vers le haut du thalle : structure de la membrane des grandes hyphes.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce la mort de sir Joseph Dalton **Hooker**, décédé dans sa quatre-vingt-quinzième année, le 10 décembre 1911, et celle de M. Ed. **Bornet**, décédé dans sa quatre-vingt-troisième année, le 17 décembre 1911. Une notice sera consacrée dans la Revue à ces deux illustres botanistes.

⁂

M. Th. **Durand**, membre de l'Académie royale de Belgique, Directeur du jardin botanique de l'État, est décédé à Bruxelles, le 12 janvier 1912.

⁂

M. **Le Blanc** vient d'être nommé Professeur de sciences naturelles à l'Institut polytechnique de Téhéran.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères. Le Gérant : Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston **BONNIER**

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Février 1912

Nº 278

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1 RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1912

I. — LE FER EST-IL LE CATALYSEUR DANS L'OXYDATION DES PHÉNOLS PAR LA PEROXYDASE DU RAIFORT, par **MM. H. Colin** et **A. Sénéchal**. . . . 49

II. — NOTES SUR L'ANATOMIE DES ORGANES DE QUELQUES ERODIUM AFRICAINS (avec figures dans le texte), par **M. C.-L. Gatin** 59

III. — CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES (avec planches), par **M. Henry Pénau** (suite) 67

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 96

Planches contenues dans cette livraison

Planche 1. — *Endomyces albicans (formes levures).*

Cette livraison renferme en outre six figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

LE FER EST-IL LE CATALYSEUR
DANS
L'OXYDATION DES PHÉNOLS PAR LA PEROXYDASE DU RAIFORT ?

Par MM. H. COLIN et A. SÉNÉCHAL

Parmi les métaux présents dans les végétaux, le fer seul jouit de propriétés peroxydasiques remarquables. L'intervention indispensable de quelques métaux dans certaines actions diastasiques est un fait devenu classique depuis les travaux de G. Bertrand; on pourrait donc supposer que le fer joue un rôle essentiel dans les oxydations réalisées par l'intermédiaire des peroxydiastases.

Différents auteurs ont remarqué que les tissus vivants manifestent des propriétés oxydantes d'autant plus énergiques qu'ils sont plus riches en fer.

Récemment, les travaux de Wolff ont attiré l'attention sur les analogies qui existent, au point de vue de leurs propriétés peroxydasiques, entre les jus végétaux et certaines combinaisons du fer.

Les recherches effectuées jusqu'alors, en vue de déterminer si l'activité des peroxydiastases est due au fer sont toutes des recherches négatives. Les auteurs se sont efforcés de débarrasser les jus végétaux de leurs éléments minéraux et ils ont comparé l'activité des produits ainsi purifiés à l'activité des produits primitifs.

Les résultats sont peu favorables à l'intervention du fer. Cependant il n'est pas possible d'accorder à ces résultats une valeur absolue,car les traitements infligés aux jus végétaux peuvent altérer profondément leur constitution. D'ailleurs, soit par précipitations, soit par dialyse, il paraît difficile d'éliminer d'une façon absolue le fer présent dans une macération organique.

Considérant la question d'un autre point de vue, nous avons

bot. Gar
1913

comparé les propriétés peroxydasiques des différents sels de fer à celles des jus végétaux, particulièrement du jus de Raifort (*Cochlearia Armoracia*) et nous avons recherché à quelle combinaison du fer il serait possible de rapporter les réactions peroxydasiques de ces jus en tenant compte de la constitution chimique des macérations végétales.

Dans nos recherches antérieures (1) nous avons montré que l'action retardatrice exercée par certains acides sur l'oxydation catalytique des phénols par des traces de sels de fer en présence d'eau oxygénée dépend beaucoup plus de l'anion de ces acides que de la concentration en ions H. Les acides qui agissent ainsi par leur radical électro-négatif sont surtout des acides organiques faibles, principalement l'acide oxalique, l'acide citrique, l'acide tartrique; on peut en rapprocher quelques acides minéraux tels que l'acide phosphorique, l'acide arsénique.

Chaque fois que l'action de l'anion est ainsi prépondérante, les caractères analytiques de l'ion Fe (+++) disparaissent plus ou moins complètement par suite de la formation de sels complexes plus ou moins stables.

Cette disparition des caractères analytiques du fer coïncide avec la disparition des propriétés peroxydasiques du métal, non seulement à l'égard des di et triphénols, mais encore vis-à-vis de l'iodure de potassium (2). Il semble qu'il existe une certaine proportionnalité entre la stabilité du sel complexe qui prend naissance et la disparition des propriétés peroxydasiques du métal. La capacité peroxydasique du fer doit donc être considérée comme une propriété chimique spéciale susceptible de s'effacer dans les sels complexes au même titre qu'une propriété chimique quelconque (3).

---

(1) H. Colin et A. Sénéchal; *C. R. Ac. Sc.*, 3 juillet et 24 juillet 1911.

(2) Brode; *Zeitschr. physik. Chem.*, XXXVII, 257, 1901.

(3) Cependant, certains sels de fer tels que les ferricyanures sont encore doués de propriétés oxydantes, bien que le métal ait évidemment perdu ses réactions analytiques. Suivant nous, la formation d'un sel complexe a pour effet non de faire disparaître la faculté peroxydasique, mais de la transformer et d'en changer l'orientation. Si les groupes qui s'unissent au fer pour former un ion complexe sont aisément oxydables, le fer exerce sur eux son activité et le complexe s'autoxyde, même en présence de phénol ou d'iodure de potassium qui demeurent inaltérés. On sait depuis longtemps que le ferrioxalate de potassium se réduit spontanément à la lumière en donnant de l'oxalate de fer et de l'acide carbonique. Fenton a montré qu'en présence de traces de fer, l'acide tartrique est énergique-

Si l'on considère les sels de fer en tant que catalyseurs de l'oxydation des phénols, on observe que l'action retardatrice exercée par les différents acides permet de grouper ces sels en plusieurs catégories.

Un grand nombre de sels de fer sont gênés dans leur action oxydante, principalement par les acides capables de former, avec le fer, des sels complexes; il faut placer dans ce groupe les sels de fer simples, chlorure, bromure, iodure, nitrate, sulfate, l'oxyde de fer, le sulfocyanure ferrique, le bleu de Prusse, les sels organiques de fer en solution très étendue et en l'absence d'un excès de leur acide. Tous ces sels paraissent agir, dans l'oxydation, par les ions Fe (+++) qu'ils sont susceptibles d'émettre avec plus ou moins de facilité.

Les sels analogues au ferrocyanure de potassium sont entravés dans leur action catalytique surtout par les ions H. L'oxydation par l'intermédiaire de ces sels ne fait nullement intervenir le fer à l'état d'ion, mais à l'état de groupe complexe $FeCy^6$ très stable, se comportant comme un élément susceptible de deux degrés d'oxydation. D'une manière générale, la vitesse d'oxydation des phénols par les sels de cette nature est notablement inférieure à celle que l'on observe avec les sels de la première catégorie.

Enfin, certains sels de fer tels que les phosphates, les arséniates, les fluorures, sont, en liqueur neutre, presque dépourvus de propriétés oxydantes. Ce fait est en relation avec la constitution particulière de ces sels qui sont en réalité des sels complexes dans lesquels le métal jouit de propriétés particulières. On sait, en effet, qu'en liqueur phosphorique, même fortement acide, le fer ne donne plus de réaction au sulfocyanure de potassium.

Étant donné un liquide organique doué de propriétés peroxydasiques et renfermant du fer, l'action des acides sur la vitesse d'oxydation des phénols par ce liquide pourra donc fournir des renseignements précieux sur le rôle joué par le fer dans les processus de l'oxydation; en particulier, il sera possible de décider si l'activité

ment oxydé par H^2O^2; (*J. Chem. Society*, t. 65, p. 899, 1894). Jackson et Fenton ont fait des observations semblables sur les alcools polyvalents (*Proc. chem. Soc.*, 1898-1899, 240, et *J. Soc.*, t. 75, p. 1).

Quand les groupes engagés avec le fer dans un ion complexe sont capables de résister à l'action de ce métal, — c'est le cas du groupe CN — la faculté oxydante passe au groupe tout entier qui réagit alors comme un élément doué de propriétés oxydantes originales.

peroxydasique résulte de la présence d'ions fer dans le liquide actif (1).

Nous avons étudié, à l'aide de cette méthode, la peroxydase du Raifort (*Cochlearia Armoracia*). Nous nous sommes servi soit de la macération aqueuse de la racine, soit de la poudre obtenue en précipitant par l'alcool le jus extrait à la presse.

Les solutions sur lesquelles nous avons expérimenté contenaient, par litre, 0 $^{\text{mol. g.}}$,07 du phénol ; 0 $^{\text{mol. g.}}$,015 de H^2O^2 pure. Les acides étaient employés à la dilution de 0,004 N. On appréciait, au colorimètre, la marche de l'oxydation, en comparant à une solution type parvenue à l'état d'équilibre, les solutions en cours d'oxydation. La teinte adoptée comme terme de comparaison n'importe pas aux résultats ; cependant, il est convenable de la choisir assez claire pour qu'elle soit antérieure à l'apparition de tout produit solide d'oxydation.

Les nombres suivants se rapportent à l'hydroquinone ; on obtient des résultats identiques avec la pyrocatéchine, le gaïacol, le pyrogallol.

ACIDES	TEMPS	ACIDES	TEMPS
Sulfurique	6 minutes 10 secondes	tartrique	2 minutes 40 secondes
Phosphorique	3 minutes	acétique	2 minutes 20 secondes
Oxalique	4 minutes		
Citrique	2 minutes 50 secondes	témoin	2 minutes 20 secondes

Ces résultats sont suffisants pour que l'on puisse affirmer que l'activité peroxydasique du jus de Raifort n'est pas due à la présence d'ions Fe (+++). En effet, les acides essayés agissent uniquement par leur acidité et il n'est pas possible de mettre en évidence aucune action spécifique des anions, même dans le cas d'acides qui, comme l'acide oxalique, l'acide citrique, ont une telle tendance à former avec Fe (+++) des combinaisons complexes dépourvues de propriétés oxydantes.

---

(1) D'autres métaux, pourrait-on objecter, seraient peut-être susceptibles d'être influencés par les acides faibles de la même manière que le fer ; on pourrait, en particulier, songer au manganèse dont on connaît le rôle dans certains phénomènes oxydasiques. En réalité, le manganèse ne peut être l'élément actif d'un liquide organique doué de réactions peroxydasiques ; ce métal, en effet, ne paraît acquérir de propriétés peroxydasiques qu'en liqueur très acide ou très alcaline, c'est-à-dire dans les conditions où il peut se former des sels manganiques.

G. Bertrand et M^lle^ M. Rozenband (1) ont étudié en détail l'action des acides sur l'oxydation du gaïacol par la peroxydase du son. Suivant ces auteurs, il n'est pas possible de classer les acides d'une manière simple, comme dans le cas de la laccase, en deux groupes : celui des acides faibles dont l'action est à peu près nulle et celui des acides forts dans lequel les divers acides agissent avec la même énergie à concentration égale en ions H. Avec la peroxydiastase, les différents acides se rangent en une série d'activité décroissante, ce qui pourrait faire croire à une action des radicaux électro-négatifs. Cependant, les acides forts : sulfurique, trichloracétique, benzène-sulfonique entravent l'oxydation beaucoup plus énergiquement que les acides faibles : oxalique, tartrique, citrique; si donc il existe une action spécifique des anions, elle diffère nettement, en nature et en intensité, de celle que nous avons signalée dans le cas des sels de fer ionisés.

Cette action des acides n'a rien qui puisse surprendre si l'on tient compte de la constitution chimique des liquides peroxydasiques. Les jus végétaux contiennent, en effet, des acides organiques faibles, des phosphates, des albumines. On sait que les acides organiques sont capables de former avec le fer des combinaisons complexes d'une stabilité suffisante pour que le fer soit dissimulé au CNSK. D'autre part, les albumines donnent avec le fer et, en général, avec les métaux lourds, des combinaisons encore mal connues dans lesquelles le métal perd ses réactions analytiques. Il est bien évident, dès lors, qu'il ne saurait exister d'ions Fe $(+++)$ à l'intérieur des jus végétaux, la concentration en fer, dans les végétaux, demeurant toujours fort inférieure à celle qui correspondrait à la capacité de réaction du milieu. A 20 centimètres cubes de la macération aqueuse de Raifort, il faut ajouter 0,5 centimètres cubes d'une solution $\frac{N}{10}$ de $FeCl^3$ pour voir apparaître avec netteté la coloration rouge sang en présence de CNSK. La solution aqueuse du précipité alcoolique de peroxydiastase possède également la faculté de dissimuler au sulfocyanure une quantité considérable de fer.

---

(1) G. Bertrand et M^lle^ M. Rozenband; *Bull. Soc. chim.*, 4^e^ série, t. V, p. 296, 1909.

Le fer ainsi dissimulé par le liquide peroxydasique a perdu d'ailleurs toute propriété oxydante à l'égard des phénols; il ne devient actif que lorsqu'il se trouve en quantité suffisante pour donner une coloration au sulfocyanure; cela résulte clairement des expériences suivantes. A un même volume de macération peroxydasique, on ajoute des doses croissantes de $Fe\,Cl^3$; on observe la réaction au sulfocyanure, puis on évalue, par colorimétrie, les vitesses d'oxydation se rapportant aux diverses concentrations en fer. Le phénol oxydé est l'hydroquinone à $0^{mol.\,g.},07$ par litre ; l'eau oxygénée est à $0^{mol.\,g.},015$.

PEROXYDASE	CONCENTRATIONS EN $Fe\,Cl^3$	RÉACTION AU SULFOCYANURE	VITESSES D'OXYDATION
—	—	—	—
0 cm³ 5	0		10 minutes 35 secondes
»	0,0002 N.	Pas de coloration	10 minutes 40 secondes
»	0,0004	»	11 minutes 40 secondes
»	0,0006	»	11 minutes 50 secondes
»	0,0020	Coloration orangée	5 minutes
»	0,0030	Coloration rouge vif	1 minute 50 secondes

Pour les premiers termes, correspondant à l'absence de toute coloration au sulfocyanure, l'activité est due uniquement à la peroxydase, le fer reste entièrement inactif et cependant, à cette même concentration, une solution de fer possède une activité considérable. L'addition de fer semble, au contraire, affaiblir le pouvoir oxydant de la peroxydase; cela tient vraisemblablement à l'action retardatrice exercée par l'acide mis en liberté à la suite de l'hydrolyse du sel ferrique. La peroxydiastase n'est pas détruite par le fer; la preuve en est dans la formation de quinhydrone que l'on observe tant que le fer est dissimulé au sulfocyanure. Dès que la concentration en fer est suffisante pour qu'on obtienne une coloration rouge au sulfocyanure, le fer manifeste son activité propre, l'oxydation est rapide, les liqueurs noircissent sans qu'il se forme de quinhydrone.

Cette faculté que possèdent, à des degrés divers, les jus végétaux de dissimuler le fer à ses réactifs habituels, résulte en premier lieu, de la présence, dans ces liquides, d'acides organiques; mais elle appartient également aux albumines, les expériences suivantes, faites sur quelques albumines (albumine de l'œuf, caséine) l'établissent nettement. A un même volume d'albumine, on ajoute des quantités croissantes de Fe Cl^3 et on observe les réactions au ferrocyanure et au sulfocyanure.

ALBUMIDE DE L'ŒUF (solution à 10 %)	CONCENTRATIONS EN Fe Cl^3	RÉACTION AU FERROCYANURE	RÉACTION AU SULFOCYANURE
1 cm^3	0,0003 N.	Pas de coloration	Pas de coloration
»	0,0004	»	»
»	0,0006	Légère coloration verdâtre	»
»	0,0009	»	»
»	0,0018	Coloration bleue	»
»	0,0027	»	»
»	0,0036	»	Coloration orangée

Le fer, en présence d'albumine, perd ses propriétés peroxydasiques en même temps que disparaissent ses réactions analytiques. Dans les expériences dont les résultats suivent, on faisait agir sur l'hydroquinone, en présence d'un volume constant d'une solution d'albumine, des quantités croissantes de fer; les vitesses d'oxydation étaient évaluées au colorimètre. Concentrations : Hydroquinone, $0^{\text{mol. g.}},07$ p. 1.000. Eau oxygénée, $0^{\text{mol. g.}},015$ p. 1.000. Albumine de l'œuf à 10 p. 100, 40 centimètres cubes p. 1.000.

CONCENTRATIONS EN Fe Cl^3	TEMPS	CONCENTRATIONS EN Fe Cl^3	TEMPS
0,000013 N.	10 minutes	0,000078	1 minute 30 secondes
0,000017	»	0,000117	0 minute 50 secondes
0,000026	»	0,000156	0 minute 30 secondes
0,000039	»		

Si l'on compare les deux tableaux précédents, on observe que la disparition des propriétés peroxydasiques du fer ne coïncide pas exactement avec la disparition de toute coloration en présence de KSCN. Il est facile d'en donner l'explication.

Le partage du Fe (+++) entre différents corps capables de former avec lui des ions complexes est déterminé par des équations d'équilibre que l'on peut écrire schématiquement, dans le cas de l'albumine et de KSCN :

$$(1) \quad \text{Albumine} + \text{Fe}\,(+++) \rightleftarrows [\text{Albumine Fer}]$$
$$(2) \quad (\text{SCN})^n + \text{Fe}\,(+++) \rightleftarrows [\ \text{Fe}\ (\text{SCN})^n\ ]$$

De plus, les phénols par leur acidité, l'eau par les ions H qu'elle contient, déterminent une hydrolyse partielle du complexe Albumine-Fer, suivant l'équation :

$$(3) \quad [\text{Albumine Fer}] + \text{H} \rightleftarrows \text{Fe}\,(+++) + \text{Albumine}$$

Au moment où le fer est entièrement dissimulé au KSCN, l'intervention de l'équation (3) maintient à l'état d'ions, dans la liqueur, une certaine quantité de fer qui fait apparaître les réactions peroxydasiques.

En général, on pourra prévoir l'effet d'un réactif sur l'activité oxydante, en présence d'albumine, en se reportant aux équations précédentes.

Les acides forts, tels que SO^4H^2, déplacent vers la droite la réaction (3), grâce à leurs ions H, et tendent à mettre en liberté du fer peroxydasique.

A une solution renfermant $Fe\,Cl^3$ à la concentration 0,000039 N., de l'albumine, de l'hydroquinone et de l'eau oxygénée dans les conditions énumérées en tête du tableau précédent, on ajoute SO^4H^2. Pour une dilution 1/250 N, le temps nécessaire pour atteindre la coloration type est égal à 6 minutes ; il était bien supérieur à 10 minutes en l'absence d'acide. Si l'on double la concentration en SO^4H^2, l'acide fait sentir sur les ions Fe (+ + +) son action retardatrice et la vitesse diminue.

Les réactifs qui sont capables de former avec le fer des ions complexes ajoutent leur action à celle de l'albumine, contribuent à rendre plus complète la dissimulation du métal et par conséquent à faire disparaître ses propriétés peroxydasiques. C'est ce qu'indique le tableau ci-dessous :

ACIDES 0,004 N.	CONCENTRATION EN $Fe\,Cl^3$	ALBUMINE DE L'ŒUF (solution à 10 p. 100)	TEMPS
0	0,000078 N.	1 cm³	1 minute 30 secondes
Sulfurique	»	»	3 minutes 15 secondes
Oxalique	»	»	∞
Citrique	»	»	∞
Tartrique	»	»	∞

De tout ce qui précède, on peut conclure que l'activité peroxydasique du jus de Raifort et, plus généralement, d'un jus végétal quelconque, ne peut être attribuée au Fe (+++) à l'état d'ions.

⁂

On pourrait supposer que le fer existe, dans la macération peroxydasique, à l'état de complexe stable, non susceptible d'être altéré par les acides ou les matières albuminoïdes : ce serait le cas d'un groupement analogue au groupement ferrocyanogène.

Le mécanisme de l'oxydation, par l'intermédiaire de ces complexes, consiste dans l'oxydation et la réduction successives du groupement $Fe\ Cy^6$.

L'action des acides sur la peroxydiastase semble autoriser cette hypothèse : le retard apporté par les différents acides, dans le cas du ferrocyanure comme dans le cas de la peroxydase, dépend essentiellement de l'acidité et non du radical électro-négatif.

Mais on ne peut tirer, de l'action des acides, aucun argument en faveur de l'intervention du fer. Les sels analogues au ferrocyanure ne sont plus, en réalité, des sels de fer ; leurs propriétés ne se distinguent pas essentiellement, en présence des acides, de celles d'un cobalticyanure ou de tout autre groupe complexe susceptible de deux degrés d'oxydations.

D'ailleurs, l'hypothèse manque de vraisemblance, pour les raisons suivantes :

1° Un grand nombre de corps, doués des fonctions chimiques les plus variées : alcools polyatomiques, hydrates de carbone, acides organiques, sont facilement oxydés par le ferrocyanure, en présence de H^2O^2. Nous avons vainement essayé d'oxyder ces différentes substances avec la peroxydase du Raifort.

2° L'activité de la peroxydase atteint son maximum pour une réaction voisine de la neutralité à la phtaléine du phénol ; au contraire, les combinaisons du type complexe ferrocyanogène possèdent leur maximum d'activité oxydante en milieu nettement alcalin.

3° La vitesse d'oxydation déterminée par le groupement $Fe\ Cy^5$ est, à concentration égale en fer, considérablement moindre que celle qui se rapporte à un sel de fer ionisé. En supposant que la totalité du fer présent dans le jus de Raifort s'y trouve à l'état d'ions, la vitesse d'oxydation correspondant à cette dilution du fer serait encore beaucoup plus faible que celle qui est propre à la peroxydiastase.

⁂

Une dernière supposition reste possible : le principe actif de la peroxydiastase pourrait être une combinaison complexe renfermant des quantités de fer très faibles par rapport au poids de la molécule : l'hémoglobine est une combinaison de ce genre. Comme une étude chimique systématique de cette catégorie de complexes n'a pas été faite jusqu'à présent, il est impossible de discuter les rapports qui existent entre les propriétés peroxydasiques de ces corps et leur constitution.

NOTES

SUR

l'Anatomie des organes de quelques *Erodium* africains

Par M. C.-L. GATIN (1)

Au cours de la session extraordinaire tenue par la Société botanique de France en Tunisie, à Pâques 1909, j'ai eu l'occasion de récolter des échantillons d'*Erodium hirtum* Willd. et d'*Erodium glaucophyllum* Aïton qui, de même que quelques autres *Erodium* désertiques, possèdent des organes souterrains particulièrement développés.

Boissier, Mürbeck et Volkens ont déjà appelé l'attention des botanistes sur ces organes souterrains.

« Chez *E. arborescens* L'Her., comme chez *E. hirtum* Willd., » dit Mürbeck (2), on trouve sur le pivot qui n'est pas un rhizome, » comme l'a dit Boissier, un renflement tubéreux, ou souvent deux, » plus rarement trois. Ces renflements résultent d'un développement abondant du parenchyme cortical de la racine, et » sont riches en amidon. »

Ce seraient pour Volkens (3), des organes qui fonctionneraient, comme réservoirs d'eau, mais Mürbeck admet que ce sont simplement des organes de réserve destinés à emmagasiner de l'amidon.

Chez *Erodium glaucophyllum* Aïton, la partie souterraine de l'axe (fig. 4) est fortement renflée, mais ne présente pas de tubercules, comme cela se produit chez *Erodium hirtum.*

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne.

(2) Mürbeck. Contribution à la connaissance de la flore du nord-ouest de l'Afrique, et plus spécialement de la Tunisie. Fasc. I, p. 54, 1897.

(3) G. Volkens. Die Flora der Ægypt. Arabisch. Wüste, p. 65, 1887.

Il en est de même chez *Erodium Cheilantifolium* Boissier que j'ai eu également l'occasion d'étudier.

1° ERODIUM HIRTUM Willd.

Les échantillons dont j'ai fait l'étude sont des échantillons fleuris récoltés par moi, aux environs de Gabès, dans un ravin sablonneux, sur la route des Matmata.

Une coupe pratiquée au-dessous de la rosette de feuilles (fig. 1) présente la structure d'une tige.

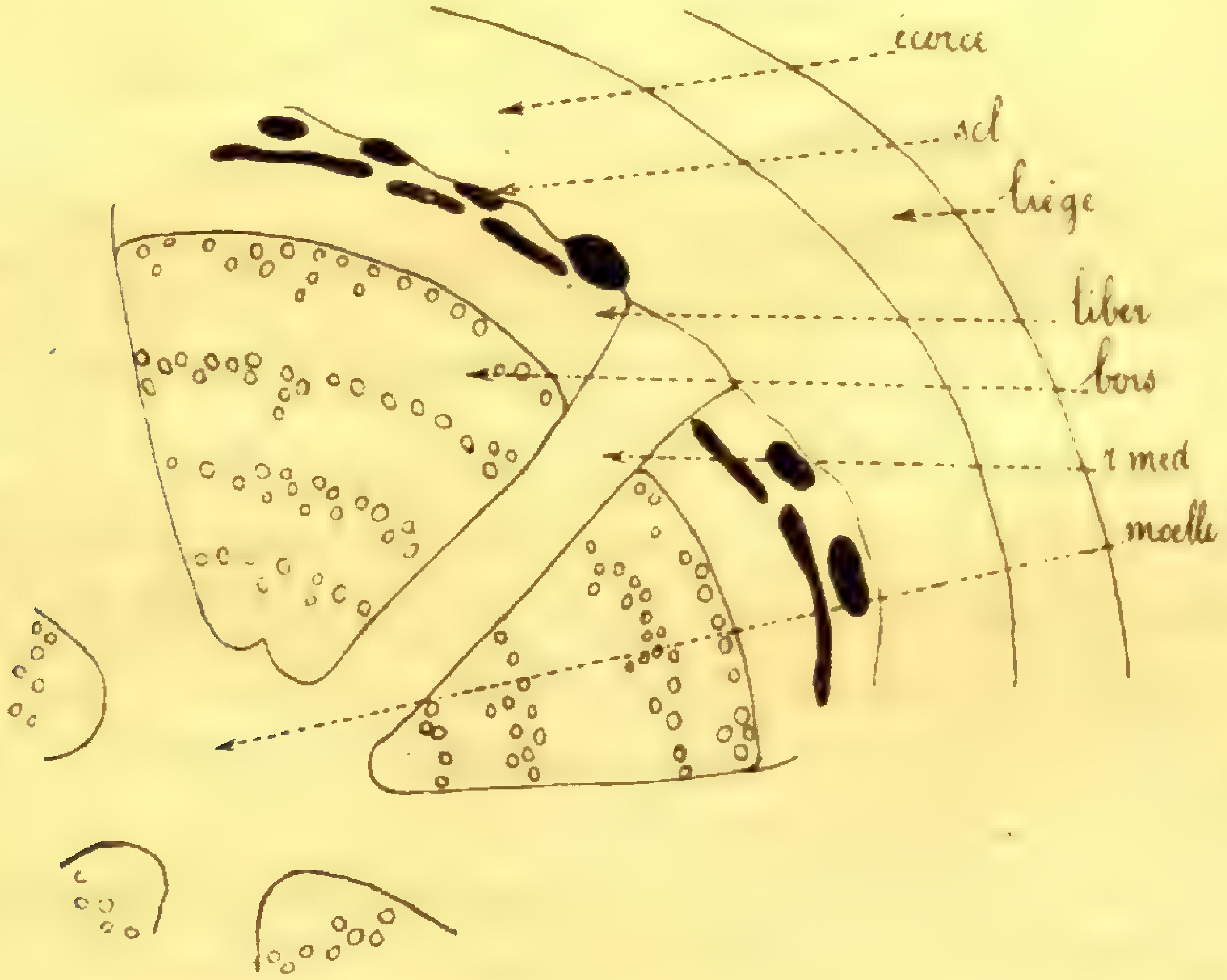


Fig. 1. — *Erodium hirtum* Willd. Coupe transversale pratiquée au-dessous de la rosette de feuilles (Schéma).

Le liège est très abondant, puis viennent le phelloderme et les assises des cellules de l'écorce, qui sont cellulosiques, et bourrées de cristaux en oursin d'oxalate de calcium.

Le cylindre central comporte des rayons médullaires et une moelle très étendus, également bourrés d'oxalate de calcium. Le bois est orienté en séries radicales.

Un peu plus bas, sur l'axe, et dès la région α (fig. 4), la structure, très différente, devient celle d'une racine. L'écorce y est absente, ou presque, et remplacée par une énorme formation de liège. Le cylindre central comporte un liber peu épais, limité extérieurement par des fibres.

Le bois occupe tout le centre de l'organe. Il se compose de gros vaisseaux, disséminés au milieu de cellules de parenchyme ligneux. Ils ne pré-

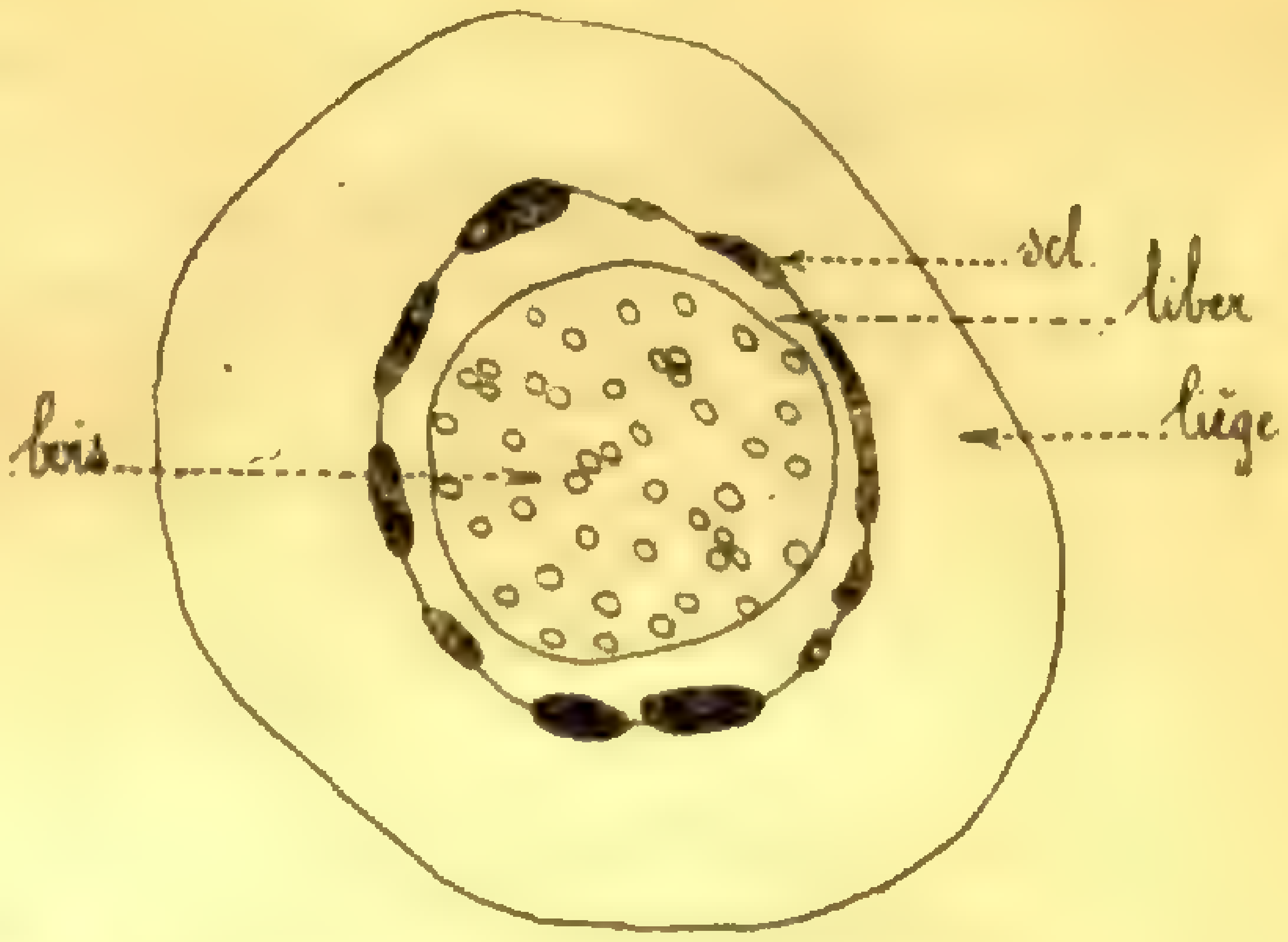

scl.
liber
liège
bois

Fig. 2. — *Erodium hirtum* Willd. Coupe transversale au-dessous de la rosette de feuilles (Schéma).

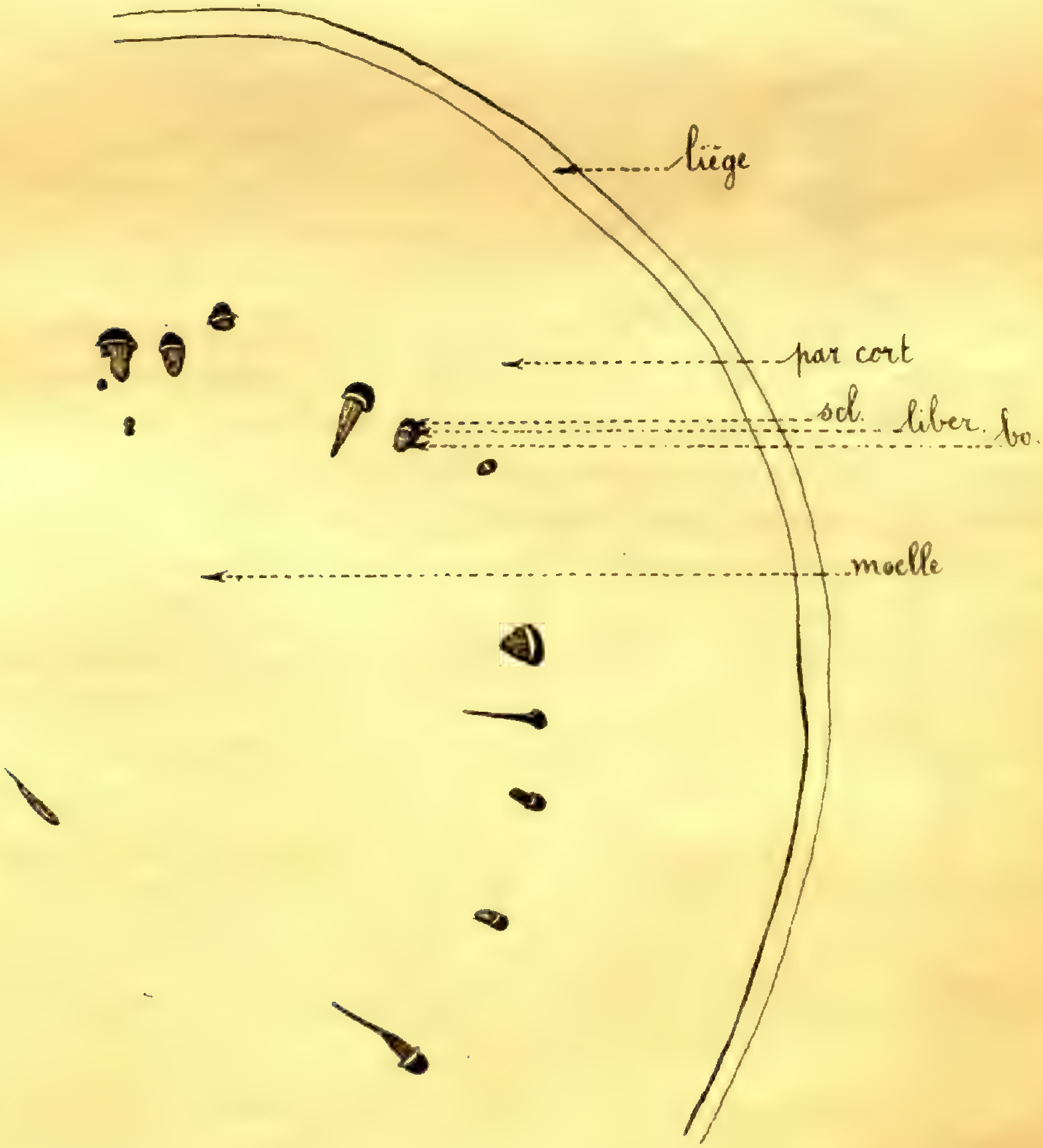

liège
par cort
scl.
liber.
bo.
moelle

Fig. 3 *Erodium hirtum* Willd Coupe transversale du tubercule (Schéma)

lenticelles.
α
axe hypocotylé.
pét. cot.
feuilles
cotyl.
axe hyp.
racine
A
B
C
D
E

Fig. 4. — A). *Erodium glaucophyllum* Aiton. Plante entière, un peu réduit. — B). *Erodium hirtum* Willd — Plante entière, un peu réduit — C). *Geranium tuberosum* Plantule, d'après Irmisch. — D). *Geranium sanguineum*, d'après Irmisch. — E) *Erodium hirtum* Willd. Bois d'un faisceau.

sentent ni orientation radicale, ni rayons médullaires. Au-dessous du tubercule, on retrouve une structure semblable (fig. 2).

Voyons maintenant quelle est la structure du tubercule : c'est une masse de parenchyme cellulosique limitée à l'extérieur par une assise de liège (fig. 3).

L'appareil conducteur y est formé par des faisceaux libéro-ligneux protégés vers l'extérieur par une calotte de fibres de sclérenchyme. Le liber est peu développé. Le bois est constitué par des vaisseaux spiralés, disséminés dans un parenchyme cellulosique à petits éléments.

Ce parenchyme occupe parfois un très long espace dans le sens radial et l'on trouve souvent, vers la pointe du faisceau, quelques petits vaisseaux isolés qui semblent parfois en voie de régression.

Il en est de même de quelques vaisseaux isolés que l'on rencontre, assez rarement, entre les faisceaux libéro-ligneux.

Le centre du tubercule est occupé par un faisceau constitué par quelques vaisseaux spiralés.

Enfin, au-dessous du liège, et à des profondeurs variables, on trouve çà et là, des éléments sclérifiés.

C'est donc l'ensemble formé par le parenchyme cortical, les rayons médullaires et la moelle qui s'hypertrophie pour former le tubercule.

Les grains d'amidon, chez des plantes récoltées au moment de leur floraison, se rencontrent en abondance dans le voisinage des faisceaux et plus à l'intérieur, où ils bourrent les cellules du parenchyme médullaire.

Les faisceaux sont vraisemblablement de formation entièrement secondaire. Il est probable que si l'on pouvait suivre le développement de ces tubercules, on assisterait à la disparition de faisceaux alternes faisant place à des faisceaux opposés.

2° ERODIUM GLAUCOPHYLLUM Aïton

Les échantillons ont été récoltés au même endroit et au même état de développement que ceux de l'espèce précédente.

Cette espèce a d'ailleurs déjà été étudiée par M. Legault (1), mais avec une précision si peu grande que les descriptions anatomiques qu'il donne de la « racine » et de la « tige » de cette plante ne peuvent être utilisées. En effet, l'auteur ne nous dit pas sur quelles parties des organes et à quel état de leur développement il pratique les coupes dont il nous donne la description. Enfin, il ne fait aucunement mention de cette partie tubérisée qui, cependant, présente un intérêt au point de vue de sa structure et de son origine.

---

(1) Abel Legault. Recherches anatomiques sur l'appareil végétatif des Géraniacées. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, novembre 1908.

L'*Erodium glaucophyllum* Aïton présente un pivot puissant, fortement renflé, et qui s'enfonce dans le sol à une assez grande profondeur et sans se ramifier, sauf, cependant, au-dessous de la partie renflée (fig. 4). A la partie supérieure, on rencontre plusieurs tiges très grosses, portant les feuilles, et qui présentent une structure voisine de celle de la base de la rosette de feuilles de l'*E. hirtum.*

C'est vraisemblablement cette partie de la plante que M. Legault a décrit d'une façon très schématique, comme la tige de l'*E. glaucophyllum.*

L'axe, au-dessus de la partie renflée présente la structure d'une racine.

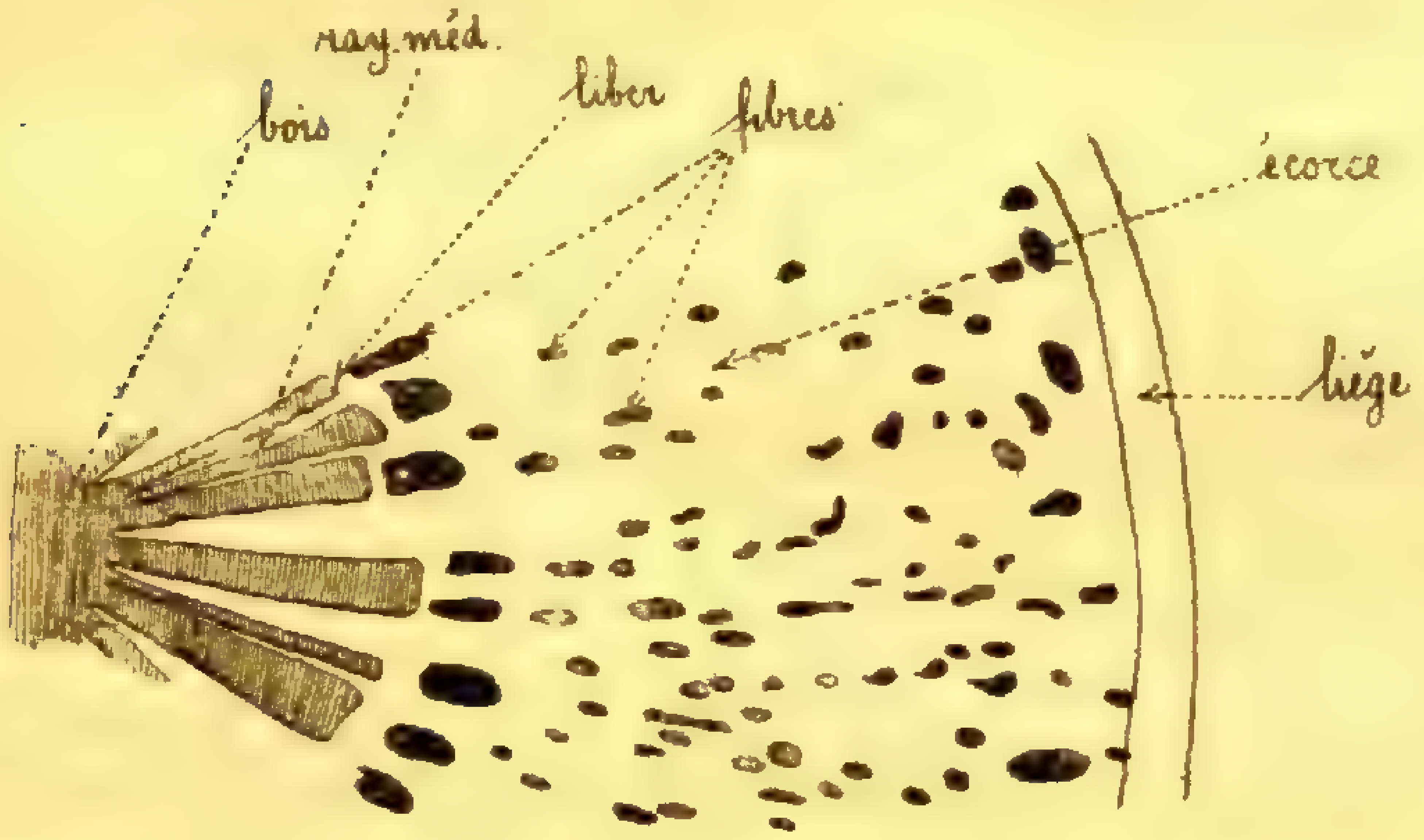


Fig. 5. — *Erodium glaucophyllum* Aïton. Coupe transversale de la partie renflée (Schéma).

A l'extérieur fonctionne une assise subéro-phellodermique. Le liège est extrêmement abondant, et il s'y produit de nombreuses lenticelles.

Le phelloderme est formé de cellules allongées dans le sens tangentiel, et qui contiennent de nombreux critaux en oursin d'oxalate de calcium. Ces cellules sont entremêlées de nombreux paquets de fibres (fig. 5).

L'écorce et le liber sont également riches en éléments fibreux; enfin, le bois occupe toute la partie interne du cylindre central. Il est constitué par de gros vaisseaux disposés sans ordre et de nombreuses cellules de parenchyme ligneux.

Au-dessous de la partie renflée, on retrouve une structure anatomique tout à fait semblable.

Quant à la partie tubérisée, elle est constituée d'une manière quelque peu différente de la périphérie, on rencontre un liège très abondant, au sein duquel se forment des lenticelles. Puis viennent le phelloderme et l'écorce, cette dernière très hypertrophiée et contenant de nombreux paquets de fibres (fig. 5).

Le cylindre central est assez différent de celui des régions situées au-dessus et au-dessous de la partie tubérisée. Le liber est relativement peu abondant, il est recouvert, vers l'extérieur, de calottes de sclérenchyme limitées par le prolongement des rayons médullaires. Le bois est très développé.

Les rayons médullaires sont très marqués, mais ne vont pas jusqu'au centre de l'organe. Celui-ci est occupé par une masse de tissu ligneux composée de vaisseaux dispersés dans une masse de parenchyme ligneux.

L'amidon est localisé dans les rayons médullaires et surtout dans l'écorce, qui constitue la partie hypertrophiée de l'axe.

3° ERODIUM CHEILANTIFOLIUM Boissier

J'ai étudié des fragments d'organes souterrains, très épaissis, provenant du Mont Hermon (Palestine). Ils ont été récoltés à 1.500 m. d'altitude et m'ont été envoyés par M. Aaronsohn, auquel je suis heureux de pouvoir adresser ici mes meilleurs remerciements.

La partie renflée des organes souterrains qui seule a été étudiée, comporte, à l'extérieur, une assise suberophellodermique, puis l'écorce, contenant de nombreux cristaux d'oxalate de calcium. Le cylindre central, très développé, contient de nombreux faisceaux libéro-ligneux, isolés les uns des autres par des rayons médullaires, et par une moelle riche en cristaux d'oxalate de calcium.

Les faisceaux libéro-ligneux se composent d'un liber bien développé, souvent soutenu à l'extérieur par une calotte de sclérenchyme, et d'un bois contenant de nombreux vaisseaux. Ces vaisseaux sont noyés dans un parenchyme cellulosique, orienté en séries radiales très régulières.

Mais ces organes présentent deux particularités remarquables. En premier lieu, il sont asymétriques, ainsi que le met en évidence la figure 6. D'autre part, ils contiennent des formations de liège interne qui isolent complètement certaines régions de tubercule. Ces régions peuvent être nombreuses et peu étendues, comme le figure notre schéma. Dans ce cas, les cellules contenues à l'intérieur de la formation de liège se sclérifient. Elles sont généralement riches en oxalate de calcium.

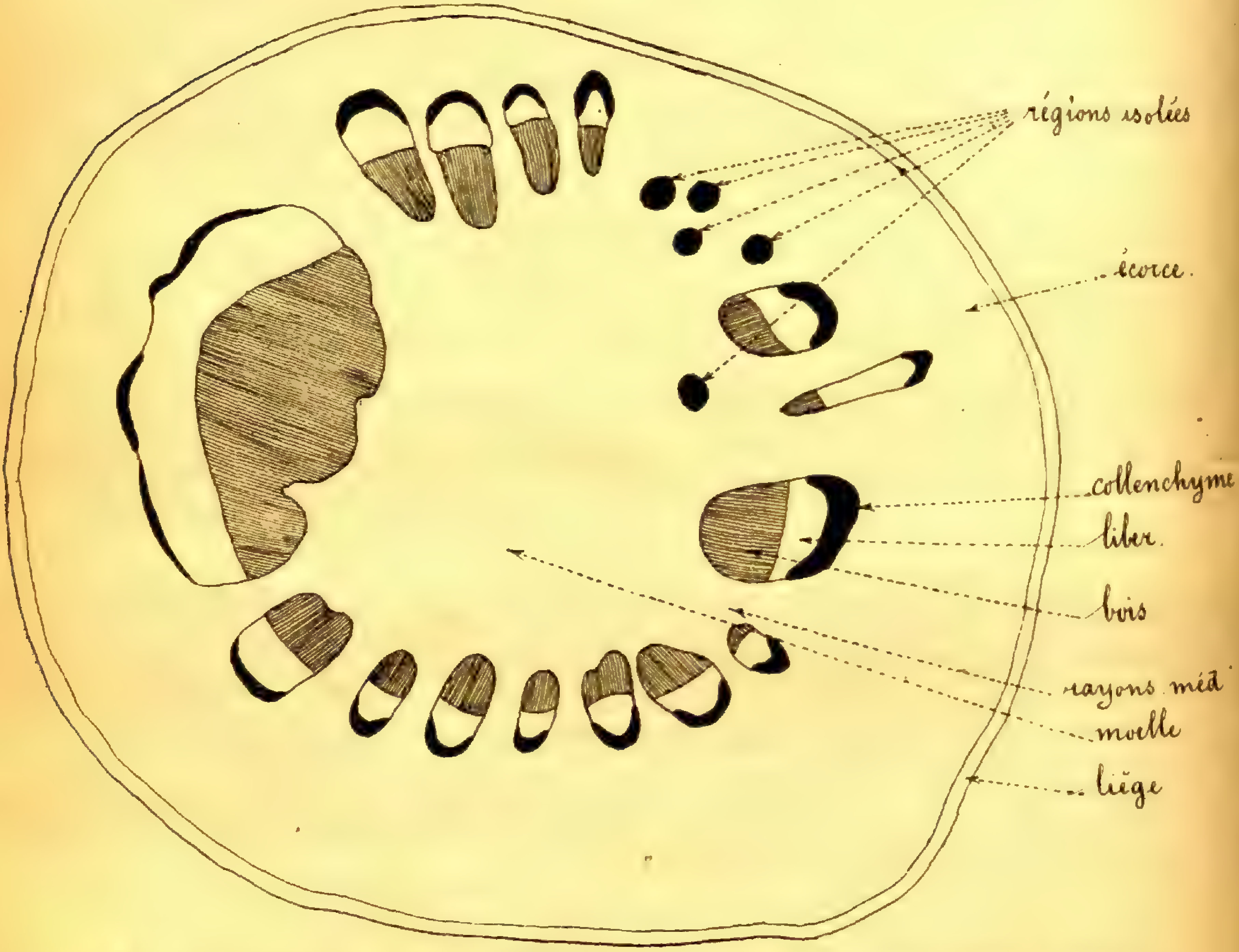


Fig. 6. — *Erodium Cheilantifolium* Boissier. Coupe de la partie renflée (Schéma).

D'autres fois, il se produit des assises plus étendues qui englobent par exemple tout le centre du cylindre central.

Enfin, ces organes sont très riches en amidon que l'on rencontre un peu partout, et en particulier dans le parenchyme cellulosique qui entoure les vaisseaux du bois.

* * *

En résumé, les tubercules des Géraniacées que nous venons d'étudier paraissent être surtout des organes contenant des réserves alimentaires.

Leur structure est très variable. Les tubercules de l'*E. hirtum* semblent bien, comme ceux du *Geranium tuberosum*, se former sur la racine de la plante (fig. 4).

Au contraire, ceux des deux autres espèces paraissent bien, comme la partie épaissie du pivot du *Geranium sanguineum* se former aux dépens de la racine et de l'axe hypocotylé (1).

Quoi qu'il en soit, il m'a paru utile de donner la description de ces divers tubercules et d'apporter ainsi une contribution nouvelle à l'étude des Geraniacées.

---

(1) Thilo Irmisch. Beitrag zur Morphologie einiger europäischen *Geranium* Arten, inbesondere des *Geranium sanguineum* und *G. tuberosum* Botanische Zeitung, **32**, 1874, p. 345-553; 561-576 et 577-589.

CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES

Par M. Henry PÉNAU

(Suite)

CHAPITRE III

CYTOLOGIE D'ENDOMYCES ALBICANS

(FORMES LEVURES)

COLORATIONS VITALES

Dans l'espoir de colorer le noyau d'*Endomyces*, nous avions songé à utiliser la propriété que possèdent certains pigments végétaux, d'être énergiquement colorés, et pensions que ces couleurs pourraient se fixer sur le noyau ou les inclusions cytoplasmiques. A cet effet, nous nous sommes servi du pigment rouge extrait de la betterave, et du pigment jaune retiré du style et des stigmates du safran.

A) *Rouge de betterave*

La racine de betterave soigneusement pulpée puis broyée au sable lavé, est traitée par lixivation avec une quantité suffisante d'eau distillée. La colature aqueuse obtenue, filtrée, est évaporée dans le vide sulfurique à consistance sirupeuse. Le résidu épais est alors repris par 3 volumes d'eau, tandis que la liqueur obtenue est soumise à une énergique centrifugation, afin de la débarrasser de ses particules en suspension. La solution colorante, d'un beau rouge carmin, est conservée par l'addition d'un petit cristal de camphre.

Cette solution ne nous a jamais donné de résultats satisfaisants; la cellule se montre, en effet, réfractaire à la pénétration par le rouge de betterave, ce qui doit tenir, sans doute, à ce fait que ce colorant est de nature colloïdale.

Colorant du safran. — La macération, dans l'eau, de la poudre de safran n'a pas donné de résultats plus satisfaisants. Ni la vacuole, ni le cytoplasme ne se colorent ; seuls quelques grains cytoplasmiques sont visibles, légèrement teintés en bleu. Devant la négativité des résultats obtenus par les pigments végétaux, nous nous sommes adressé pour pratiquer les colorations vitales de cet organisme au rouge neutre et au bleu de méthylène, tous deux employés en solution isotonique à 2 p. 10.000.

B) *Bleu de méthylène*

Le pouvoir de pénétration de ce colorant vis-à-vis des cellules d'*Endomyces* est faible. Il est possible, néanmoins, d'apercevoir un petit corpuscule réfringent et bleuté, tantôt accolé à la vacuole, tantôt superposé à cette vacuole, où il est alors vu par projection. Ce corpuscule peut être homologué au noyau de la cellule, ainsi que l'observation ultérieure des préparations fixées et colorées le démontrent. Certaines cellules, cependant, prennent avec intensité la coloration bleue, mais alors l'examen ne permet plus de reconnaître de structure nettement définie. Le cytoplasme est granuleux, la vacuole teintée en bleu. On est, dans ce cas, en présence d'organismes à vitalité presque éteinte, et qui n'ont pas pu résister à l'intoxication par le bleu de méthylène. Peut-être même ces éléments sont-ils morts et en voie de cytolyse ?

Rouge neutre. — Il en va tout autrement avec le rouge neutre. Les cellules présentent une vacuole parfaitement nette et légèrement colorée en rose par le Neutralroth. A l'intérieur de cette vacuole, et intimement adossé à la limite vacuolaire, on trouve un corpuscule, généralement en forme de calotte d'ellipsoïde, et prenant avec avidité la solution colorante. Tantôt unique, circulaire et volumineux, il est parfois remplacé par un système de corpuscules plus petits prenant avec la même avidité ce colorant. Ces corpuscules sont généralement fixes, mais il n'est pas rare de rencontrer dans certains éléments des petits grains sphéroïdes, inclus dans les vacuoles et animés de trémulations browniennes. Tous les termes de passage existent d'ailleurs entre ces granules sphéroïdes libres flottant dans le liquide vacuolaire et les disques en calotte, fixes et adhérents à la périphérie de la vacuole. Il n'est pas rare non plus de rencontrer des cellules multivacuolaires et qui possèdent également ces grains érythrophiles. Enfin, dans tous les éléments, on rencontre un petit corpuscule réfringent, extérieurement accolé à la vacuole, mais ne prenant pas les colorants. Les préparations fixées et colorées démontrent que ce grain doit être assimilé à un noyau.

Tel est l'état de la cellule au troisième jour de son développement.

La carotte ne peut pas cependant donner comme milieu de culture des résultats toujours rigoureusement comparables. Tantôt, en effet, l'accroissement du champignon s'effectue, avec une grande rapidité, et la culture se trouve déjà perceptible à la septième heure ; tantôt, au contraire, la prolifération ne s'effectue qu'avec lenteur ; mais, dans les deux cas, la culture, après avoir crû suivant les deux directions de l'espace, longueur et largeur, sensiblement définies par la strie d'ensemencement, continue à augmenter légèrement suivant la troisième direction, en hauteur, formant ainsi un bourrelet caractéristique. Au quatrième jour, le développement s'arrête ; à cet état, toutes les cellules sont sensiblement au même stade de leur évolution. Il est préférable, cependant, d'observer les corpuscules érythrophiles un peu plus tôt, vers le troisième jour.

Au premier et au deuxième jour, ni le noyau, ni la vacuole n'apparaissent. Est-ce à dire que ces formations soient absentes ? Non, puisque les préparations fixées et colorées les mettent en évidence, mais elles échappent à l'observateur par suite de la densité cytoplasmique. Au sixième et au septième jour, les cellules ne présentent plus de corpuscules colorés. Ils ont subi une véritable dissolution, en sorte que la vacuole apparaît maintenant teintée en rose. A ce stade, le noyau est très apparent et se trouve toujours en rapport avec la vacuole centrale. Quant à la dissolution des corpuscules, elle paraît précédée d'un étalement de la calotte, qui se transforme en une véritable nappe rougeâtre, parabolique, comme si la surface de contact entre le liquide vacuolaire et la nappe devait s'accroître en vue de hâter la dissolution corpusculaire. Quand la prolifération est très intense, c'est-à-dire au deuxième et troisième jour, alors que le cytoplasme est encore dense et que les colorations au rouge neutre ne permettent d'apercevoir dans la cellule que les corpuscules érythrophiles, on voit, dans certains éléments en puissance de bourgeonnement, ces organites émettre un ou plusieurs petits grains également colorés.

Les jeunes bourgeons possèdent, en effet, une granulation ou un amas de granulations, sans doute issues de la cellule mère. Nous disons sans doute, car nous voyons bien évidemment les deux stades, initial et terminal du bourgeonnement du corpuscule coloré, mais nous avons trop rarement pu assister à la phase intermédiaire, dans laquelle le grain projeté dans le bourgeon est encore en relation avec le corpuscule maternel, pour pouvoir généraliser.

Autres colorants vitaux. — Le brun Bismark, le bleu de toluidine et le rouge Congo ne fournissent aucun résultat satisfaisant, pas plus, d'ailleurs, que le mélange bleu de méthylène et de rouge neutre.

PROTOPLASMA

L'étude du protoplasma est particulièrement aisée sur les cellules au troisième jour du développement. Cette formation, constituée par un spongioplasme à mailles plus ou moins larges, est mise en évidence, avec netteté, sur les préparations colorées à l'hématéine éosine, au bleu polychrome ou au violet de gentiane. Le réseau cytoplasmique, limité à la périphérie par la membrane cellulaire, est bordé intérieurement par la vacuole. Il affecte différents aspects :

a) Tantôt la cellule est parcourue d'une extrémité à l'autre par une travée cytoplasmique brisée, médiane, tandis que des angles de cette ligne, se détachent des tractus, qui vont rejoindre la couche de cytoplasme périphérique doublant la face interne de la membrane. 76 78

b) Tantôt la vacuole se trouve limitée par une zone de cytoplasme, que des trabécules protoplasmiques relient à la zone périphérique. 78

c) Fréquemment aussi, le réseau est constitué par un système d'alvéoles polyédriques, très petites. 3

d) Parfois enfin, du centre de la cellule s'irradient des travées de protoplasme, ce qui donne à cette formation une véritable structure rotacée. Cette sculpture cytoplasmique est-elle la représentation exacte de ce qui a lieu dans la cellule, ou faut-il y voir un artifice de préparation consécutif à l'action des fixateurs ? Il est bien difficile 70 79 de se prononcer dans un sens ou dans l'autre, mais ce que nous pouvons dire, c'est que tous les fixateurs employés : Bouin, Perenyi, Flemming, alcool, fixateurs isotoniques, mettent en évidence cette structure spongieuse du cytoplasme. Les colorations vitales définissent parfois de semblables aspects, sur des cellules en voie de vitalité décroissante et se colorant en masse par le rouge neutre ; tandis que sur les cellules parfaitement vivantes, la vacuole seule se teinte faiblement en rose, ce qui démontre évidemment la nature différente du contenu vacuolaire et du cytoplasme.

A) *Graisse*

La recherche de la graisse effectuée à l'aide de l'acide osmique en solution à 1 %, sur des cellules au troisième jour du développement, est demeurée négative.

B) *Glycogène*

La recherche du glycogène ne nous a donné aucun résultat, aussi bien en employant les techniques classiques : fixation par l'alcool à 95° et coloration par une solution gommeuse d'iodure de potassium iodurée, qu'en utilisant la méthode plus élective préconisée par Fischer ou celle conseillée par Guéguen, cette dernière permettant en outre de colorer le cytoplasme et les graisses.

C) *Oxydase*

Ayant voulu pousser plus avant le chimisme de la cellule, nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de déceler dans le cytoplasme des grains de zymogène. Etant donné les relations qui existent entre les oxydases et le fer et le manganèse, tous deux jouissant de propriétés oxycycliques parfaitement nettes, nous nous sommes appliqué à mettre en évidence ces deux métaux. Nos recherches à cet égard sont demeurées infructueuses. Il est vrai de dire que nous ne nous sommes pas inspiré des méthodes employées par Mac Callum, mais les résultats médiocres obtenus par cet auteur sur les levures, expliquent notre insuccès avec une méthode moins précise (fixation à l'alcool absolu, coloration au sulphydrate d'ammoniaque ou au sulfocyanure de potassium additionné de 1 % d'acide nitrique). Mais, de ce que ces métaux n'ont pu être décelés dans le cytoplasme, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'ils ne puissent pas faire partie intégrante d'un groupement prosthétique déterminé dans lequel leurs propriétés chimiques ordinaires sont masquées. Cette recherche négative démontre simplement qu'avec les procédés actuels de la chimie analytique, nous sommes actuellement incapables de déceler des métaux, engagés dans des complexus albumineux, sans faire intervenir des réactifs brutaux et destructeurs.

Nous avons cependant pu obtenir une coloration particulièrement intéressante en utilisant la réaction si sensible des oxydases.

0,10 centigrammes de gaïacol sont dissous dans 0,50 cgr. d'alcool à 95°, on ajoute 8 centimètres cubes d'eau oxygénée officinale. Dans ces conditions, nous avons pu rencontrer des cellules dont certaines renfermaient une ou deux petites granulations très nettes se colorant en rouge vif (Culture sur carotte au troisième jour).

NOYAU

On comprendra combien cette étude est délicate quand on saura que cet organite a été confondu avec le corpuscule métachromatique et le réticulum basophile, et que le plus souvent il est passé tout à fait inaperçu. Nous avons déjà vu, en particulier, au sujet des corpuscules métachromatiques, qu'une projection de ces corpuscules, en dehors de la vacuole, sous l'action de certains fixateurs, avait amené une fâcheuse interprétation de ces granulations. La présence d'un réticulum basophile, diffus, à tous les stades du développement du microorganisme, complique encore le problème et permet d'expliquer les résultats de certains observateurs, qui voyaient dans les levures, tantôt un noyau morphologiquement défini, tantôt un système nucléaire plus ou moins diffus.

Fixation et coloration

Pour mettre en évidence, avec précision, le noyau d'*Endomyces* nous avons été obligé de recourir à différents fixateurs et colorants qui nous ont permis de délimiter la morphologie nucléaire et d'éliminer les formations accessoires qui masquent la présence de cet important organite. Nous avons déjà vu que le Perenyi possède une action dissolvante très nette sur les corpuscules métachromatiques. Ce fixateur nous permettra donc d'éliminer ces granulations. Le problème se complique lorsqu'il s'agit de masquer le réticulum basophile. Dans ce cas, en effet, les fixateurs ne le dissolvent pas, et l'on est obligé de recourir aux colorants pour éviter la confusion de cette formation avec le noyau. Dans ce but spécial nous avons rejeté l'hématoxyline au fer, le violet de gentiane, colorants nets, sans doute, mais trop diffus, pour nous en tenir finalement à l'hématéine, après fixation des organismes au liquide de Perenyi. L'hématéine constitue dans ce cas un colorant nucléaire pur. La morphologie de la cellule apparaît alors, avec son minimum de complexité. La vacuole se dessine, nettement limitée par un cytoplasme à structure alvéolaire, tandis que le noyau, toujours parfaitement perceptible, est en rapport intime avec la vacuole. On a parfois avantage à recourir comme colorant plasmatique au Van Gieson, qui a la propriété de chasser la coloration violette du cytoplasme et de teinter celui-ci en jaune, fond sur lequel se détachent plus nettement les contours bleutés du noyau.

Nous ferons remarquer cependant que le bleu polychrome fournit, après les régressions suffisamment poussées, de très bonnes définitions nucléaires. Il est encore nécessaire de se servir dans ce cas du Perenyi. C'est qu'en effet ce stabilisateur se montre bien supérieur au Bouin, au Lavdowsky ou au formol acétique pour la fixation des noyaux. Après emploi des couples :

I.	Lavdowsky ...	bleu polychrome ;
II.	Bouin........	bleu polychrome ;
III.	Formol acétique	bleu polychrome,

on s'aperçoit que seuls les corpuscules métachromatiques se trouvent colorés. Les affinités chromatiques de la solution de Unna convergeant uniquement vers les grains de volutine, à l'exclusion presque complète du noyau, qui échappe à la coloration. Avec ces fixateurs, il est en outre possible d'observer le réticulum, ce qui complique encore la morphologie interne de la cellule; après emploi du Perenyi, au contraire, ces inconvénients disparaissent. Le noyau est coloré avec netteté; le réticulum, s'il apparaît parfois, est très faiblement teinté.

Le tableau suivant résume les indications chromphiles des cor-

TABLEAU DES AFFINITÉS CHROMATIQUES DES FORMATIONS CYTOPLASMIQUES, D'ENDOMYCES ALBICANS

	CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES				NOYAU				RÉTICULUM BASOPHILE			
	Bouin	Lavdowsky	Perenyi	Alcool absolu	Bouin	Lavdowsky	Perenyi	Alcool absolu	Bouin	Lavdowsky	Perenyi	Alcool absolu
Hématoxyline ferrique .	Noirs	Noirs	0	Noirs	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir rétracté
	Rarement métachromasie rouge											
Hématéine	Rouges	Rouges	0	Rouges	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	0	0	0	0
Violet de gentiane . . .	Non employé			Pourpres	Non employé			Violet	Non employé			Violet mais rétracté
Bleu polychrome	Rouges	Rouges	0	Rouges	Non perceptible	Non perceptible	Bleu	Non perceptible en général	Bleu	Bleu	0	Rouge mais rétracté

puscules métachromatiques du noyau et du réticulum basophile d'*Endomyces albicans*.

Position

Le noyau est toujours en contact intime avec la vacuole à corpuscules métachromatiques. Disposé sur les côtés de celle-ci et à l'un des pôles de l'oïdie, ce n'est qu'exceptionnellement qu'il paraît occuper le centre de la vacuole, illusion qu'une mise au point convenable permet d'ailleurs de dissiper, cet organite étant toujours noyé dans le cytoplasme et compris entre la membrane de la cellule et la limitante vacuolaire. Dans les jeunes éléments issus du bourgeonnement, la vacuole peut faire défaut et n'apparaître qu'ensuite, ce qui tient à ce fait que la division nucléaire peut précéder l'étirement de la vacuole.

Structure

Suivant que les régressions sont plus ou moins poussées, le noyau apparaît tantôt comme un petit corpuscule aréolé, tantôt comme un organite sphéroïde dense et homogène. Le premier aspect morphologique nous intéresse seul, puisqu'il nous montre que le noyau d'*Endomyces* comporte, comme celui des Levures, une membrane nucléaire vésiculeuse limitant un caryoplasme, au sein duquel se trouve un caryosome unique.

Division

La division nucléaire est en général précédée du bourgeonnement cytoplasmique, qui s'effectue avant même qu'on puisse apercevoir une modification dans la morphologie externe du noyau. Cette division paraît débuter inégalement, comme si la membrane nucléaire faisait hernie dans le cytoplasme ambiant (stade claviforme). Puis le caryosome se divise en deux, tandis que l'un des granules se dirige dans le diverticulum qui a pris naissance (stade claviculaire). Les noyaux désormais constitués se séparent l'un de l'autre par étirement, l'un d'eux se dirigeant vers l'évagination cytoplasmique qui a pris naissance (stade dédoublé). La division se fait donc, dans cet organisme, par une amitose spéciale, en ce sens qu'elle débute par un bourgeonnement inégal de la vésicule nucléaire. Nous n'avons jamais pu observer de figures caryocinétiques comme celles signalées et décrites par Swellengrebel dans la levure pressée. Pendant les périodes d'activité prolifère, il n'est pas rare de rencontrer des cellules munies de deux et trois bourgeons cytoplasmiques, ce qui donne lieu, dans ce dernier cas, à trois bipartitions nucléaires successives et très rapprochées.

Il ne paraît pas y avoir de règle précise en ce qui concerne la question de savoir lequel des noyaux, fils ou paternel, se dirige dans le bourgeon. La division nucléaire précédant parfois le bourgeonnement, il s'ensuit que bien souvent le noyau originel se dirige vers l'évagination cytoplasmique, alors que le noyau qui a pris naissance dans l'amitose demeurera dans la cellule-mère. La réciproque existe d'ailleurs, sans qu'on puisse fixer le déterminisme qui provoque l'une ou l'autre de ces directions.

LES CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES

Historique

L'étude des corpuscules métachromatiques est intéressante, car leur présence a été signalée chez un grand nombre d'organismes différents, sans que l'on ait pu, jusqu'à présent, élucider leur véritable nature chimique. Nous ne résoudrons pas le problème, mais nous apporterons quelques faits nouveaux à l'étude physico-chimique de ces granulations.

Décrits pour la première fois par Babès [1] (1887) dans *Bacillus tuberculosis*, ils furent considérés par cet auteur comme des spores.

Un peu plus tard, en 1889, Ernst [6], chez les Bactériacées et les Cyanophycées, les assimilent à des spores ou à des noyaux. Babès [2] (1895) en teignant les bacilles diphtériques par le bleu de méthylène, observe aux extrémités polaires des corps bactériens, de petites granulations érythrophiles, qu'il désigne sous le nom de corpuscules métachromatiques, tout en hésitant à les considérer comme des noyaux véritables.

Bunge [3] (1895) se pose en adversaire de l'hypothèse d'Ernst, et montre que ces granulations n'entrent pas dans la constitution des spores.

Bütschli [4] (1896) les décrit dans les Cyanophycées et nie leur nature chromatique; il les désigne sous le nom de grains rouges, en raison de leur métachromatie vis-à-vis des colorants bleus.

Lauterborn [24] (1896) les retrouve chez les Diatomées; Crato [5] les observe chez *Elodea canadensis*, et démontre dans ces granules la présence de la phloroglucine.

Matruchot et Molliard [27] (1902) décrivent dans une petite chlorophycée *(Stichococcus bacillaris)* à côté d'un noyau net et d'une formation basophile paranucléaire, ces mêmes grains, inclus dans des vacuoles, et qu'ils mettent en évidence à l'aide du violet de gentiane. Ils les considèrent comme dérivant d'une dégénérescence nucléaire.

Kunstler et Busquet [23] (1897) les signalent dans *Bacillus coli*, *subtilis*, les Mucoracées, les Urnes, parasites des Siponcles, et pensent que leur métachromasie n'est pas le résultat d'une affinité particulière de la substance pour les colorants, mais qu'elle serait due à la nature physique de ces granulations, se rattachant à une question de réseaux optiques.

Marx et Woithe [26] (1901) démontrent que leur apparition dans les cellules bactériennes est en rapport avec les conditions de vitalité parfaite de ces organismes, et estiment que la virulence des bactéries est fonction de ces corpuscules.

Kronpecher [22] (1901) les signale également dans les Bactéries endosporées, à côté de granulations cytoplasmiques de nature différentes.

En 1901, dans trois notes publiées à l'Académie des Sciences Guilliermond [10] démontre avec précision leur présence dans les levures, où ils sont localisés dans des vacuoles; il indique les fixateurs qui masquent ces corpuscules (liquide de Flemming, liquide de Perenyi), et ceux qui permettent leur coloration ultérieure (liquides de Bouin, de Lenhosseck, alcools) par les teintures basiques d'aniline bleues ou violettes (bleus de méthylène, de toluidine, de Unna, de crésyl, violet de gentiane, hématéine, hématoxyline). Les colorations vitales de ces corpuscules par le bleu de Nil, le bleu de méthylène et le rouge neutre, est un argument en faveur de leur nature extranucléaire. L'auteur les identifie aux grains sporogènes d'Ernst, aux grains rouges de Butschli ou aux corpuscules métachromatiques de Babès. Par des fixations et des colorations appropriées, cet auteur met en évidence un noyau parfaitement individualisé dont il étudie la structure. Il suit l'évolution de la vacuole à corpuscules métachromatiques au cours de la fermentation et considère les grains rouges comme des matériaux de réserve, qui seront ultérieurement englobés par les spores, au moment de la sporogénèse.

Guilliermond observe également la présence des corpuscules métachromatiques dans un grand nombre de moisissures.

En 1902 [11] dans une thèse fort remarquée, cet observateur complète ses recherches et propose de donner à ces corpuscules le nom de corpuscules métachromatiques, en souvenir de Babès, qui les avait, le premier, décrits et désignés.

Ernst [6] (1902), en étudiant par le bleu de méthylène et le rouge neutre un certain nombre de bacilles et de champignons, rejette ses affirmations premières relativement à la nature chromatinienne de ces granulations, ou à leur intervention dans la sporogénèse, et les rattache aux plasmosomes d'Altmann.

Grimme [9] (1902), dans une série de recherches sur *Spirillum volutans*, confirme les recherches et résultats de Guilliermond. Il donne à ces granulations le nom de grains de volutine (volutans Kugel) et les considère comme des substances de réserve.

Dangeard décrit dans *Polyphagus euglenæ* des globules oléagineux qui ont des points communs avec les grains rouges de Butschli.

Babès et Prolopopoff les mettent en évidence dans *Actinomyces.*

Guéguen les décrit dans *Penicillium glaucum.*

Maire [25] (1903) dans *Ustilago maydis.*

Villard [32] (1903) démontre que les Zoochlorelles de l'Hydre verte renferment des corpuscules métachromatiques et considère ces Zoochlorelles comme des organites migrateurs, symbiotes ou parasites à l'état de vie active.

Dans une série importante de recherches poursuivies de 1902 à 1904, Guilliermond retrouve les corpuscules métachromatiques chez un grand nombre de champignons et d'algues : Desmidiées, Diatomées, Euglènes et Bactéries, chez les Ascomycètes, et confirme leur rôle de substances de réserve.

Meyer [28-29], (1903-1904) reprend l'étude de ces granulations et propose de leur donner le nom de grains de volutine, en souvenir de Grimme, qui les avait découverts dans *Spirillum volutans.* Dans la première partie de son travail, Meyer corrobore les recherches de

Guilliermond sur les caractères de coloration et l'évolution de ces corps. Il attire l'attention sur le rouge de Ruthénium qui fournirait une coloration élective de ces granulations.

Dans la deuxième partie de son travail, cet auteur établit huit réactions fondamentales de la volutine, dont voici l'énumération :

1° Les grains de volutine sont colorés par le bleu de méthylène et sont décolorés par l'acide sulfurique à 1 %.

2° La solution d'iode colore en brun les corpuscules métachromatiques traités au préalable par le bleu de méthylène. Les granules ainsi traités se décolorent lentement par la solution de carbonate de soude à 5 $_0/^0$.

3° Colorés à la fuschine phéniquée, ils se décolorent par l'acide sulfurique à 5 %.

4° La volutine se dissout dans l'eau bouillante.

5° La volutine se dissout dans l'eau de Javel.

6° La volutine se dissout dans une solution de chloral en cinq minutes, et ne se laisse plus ensuite colorer par le bleu de méthylène.

7° Durcis par le formol pendant trente minutes, ces granules ne peuvent plus être dissous par l'eau bouillante.

8° Colorés au bleu de méthylène les grains de volutine se décolorent ensuite par le carbonate de soude, 5 %.

L'auteur passe en revue l'action des différents agents chimiques : alcalis, enzymes, acide osmique, etc., sur ces grains. Il émet enfin l'hypothèse que ces corpuscules sont formés par la combinaison d'une base organique avec l'acide nucléique. Kohl se rallie à cette opinion.

Guilliermond [14-15] (1905-1906), poursuivant ses recherches, retrouve les corpuscules métachromatiques chez les Cyanophycées et montre, en particulier, que ces granulations sont en rapport intime avec le réseau chromatique, et qu'elles sont fonction de ce réseau qui les élabore. Cet auteur signale la présence de ces corpuscules dans plusieurs espèces bactériennes. *Bacillus radicosus*, *mycoides*, *megatherium*, *alvei*, *asterosporus* et montre qu'ils sont surtout localisés dans le cytoplasme, et non plus dans les vacuoles comme chez les Ascomycètes ; ces corps sont absorbés par les spores, au moment de la sporogenèse. Depuis, ces granulations ont été retrouvées par un grand nombre d'auteurs :

Fauré Frémiet [22] les observe dans *Cochliopodium pellucidum* et les met en évidence par le bleu de crésyl.

Schubotz les signale dans *Amœba proteus* et *Amœba villosa.*

Hamburger [21] (1905) dans *Dunaliella salina.*

Sassi dans les Euglènes et les Volvocinées.

Swellengrebel [31] (1908) les a rencontrés dans les Trypanosomes et démontre qu'ils sont localisés dans le cytoplasme au-dessus et au-dessous du noyau.

Reichenow [30] (1909), dans une étude sur *Hœmatococcus pluvialis* et divers Flagellés, met en évidence dans ces organismes, de très nombreux corpuscules métachromatiques. Il se demande si les chromidies de Hertwig ne rentreraient pas dans la catégorie des grains de volutine. Cultivant *Hœmatococcus* sur des milieux aphosphorés, il constate que ces granulations disparaissent rapidement et, qu'à partir de ce moment, la cellule n'en élabore plus. Il leur assigne par suite une constitution nucléique et les considère comme des matériaux de réserve.

Fantham et Porter [8] (1909) les observent dans *Bacillus arenicolæ* et désignent leur substance sous le nom de métachromatine.

Elargissant le cercle de ses investigations, Guilliermond [27] (1906. — [16] (1906). — [18] (1907), se demande si ces granulations ne seraient pas susceptibles d'être rencontrées dans les cellules des métaphytes et des métazoaires. Seul, ou en collaboration avec Beauverie, cet auteur montre que les globoïdes de certaines graines présentent une métachromasie très marquée vis-à-vis des couleurs d'aniline bleues et violettes, qu'ils prennent le rouge de ruthenium et le vert de méthyle. Ils ne présentent cependant que cinq des huit réactions caractéristiques indiquées par Meyer. Ils ne se colorent pas par l'hématoxyline, ce qui empêche de les identifier d'une façon absolue avec les grains de volutine.

Avec Mawas, Guilliermond [19] (1908), démontre que les granulations basophiles des Mastzellen possèdent les mêmes caractères chromatiques que les grains rouges, à savoir : colorations vitales par par le Neutralroth, le bleu de méthylène, métachromasie par les couleurs d'aniline violettes et bleues ; fixation du rouge de ruthénium, de la safranine, du vert de méthyle; elles ne se colorent pas cependant par l'hématoxyline.

Enfin, tout récemment, dans une vue synthétique de la question, Guilliermond [20] (1910) propose d'attribuer à ces corpuscules l'appellation définitive de corpuscules métachromatiques, afin d'éviter le flottement et la confusion qui existent actuellement dans le langage scientifique. Cette désignation, due à Babès, qui le premier les a étudiés et observés, doit prévaloir sur toutes les autres : grains rouges de Butschli; grains d'anabénine de Fischer, grains de volutine de Meyer et Grimme.

Cette appellation possède, en outre, l'avantage d'indiquer avec précision une des propriétés les plus caractéristiques de ces corps : leur métachromasie. Nous ne pouvons que nous ranger à l'avis de Guilliermond, et approuvons entièrement le terme de corpuscules métachromatiques, que nous emploierons, presque exclusivement, au cours de ce travail.

FIXATION ET COLORATION

a) On obtient d'excellentes fixations de ces corpuscules par les stabilisateurs à base de formol : Bouin, Lavdowsky, formol acétique. Certains fixateurs à base d'alcool et l'alcool lui-même donnent également de bons résultats.

Le Perenyi, l'acide picrique et les fixateurs osmiques, s'opposent aux colorations ultérieures de ces corpuscules. Les plus belles préparations sont obtenues par l'emploi du bleu polychrome de Unna. La coloration, qui dure de 3/4 d'heure à une heure, est suivie d'une différenciation ménagée par la Glycerinætherfmischung. Les corpuscules métachromatiques apparaissent ainsi en rouge vif sur le fond incolore de la vacuole, qu'entoure le cytoplasme d'une teinte bleu pâle. L'hématéine fournit également de jolies préparations. Les corpuscules métachromatiques sont alors rouge violet, tandis que le cytoplasme est rose et le noyau bleuté (coloration du fond à l'éosine).

Le violet de gentiane, que nous avons également employé, colore ces granulations en rouge pourpre.

DESCRIPTION

Ainsi que les préparations fixées et colorées permettent de s'en rendre compte, les grains de volutine sont toujours compris dans les vacuoles. Généralement uniques, ils sont parfois cependant au nombre de deux ou trois et affectent les mêmes formes et la même localisation que ces grains érythrophiles que colorait vitalement le Neutralroth. Etant donné, d'autre part, que ces organites disparaissent de la cellule vers le sixième ou septième jour, et que les colorations vitales aussi bien que les préparations fixées et colorées mettent en évidence simultanément leur disparition, nous sommes amené à conclure à l'identité de ces corpuscules. L'étude de leurs propriétés physicochimiques corrobore d'ailleurs ces résultats.

Il est possible, dans certains cas, de noter une position extravacuolaire de ces granulations, ce que ne mettent pas en évidence les colorations vitales, et qui pourrait induire en erreur un observateur non prévenu. En réalité, sous l'action brutale de certains fixateurs, les corpuscules métachromatiques, parfois en liberté dans le liquide vacuolaire, se trouvent projetés contre la paroi cytoplasmique; celle-ci, peu résistante, cède sous le choc, tandis que le granule va s'inscruster dans le cytoplasme et sembler devenir une inclusion de celui-ci, indépendante de la vacuole originelle. Cet artefact se présente avec une netteté particulière sur les préparations stabilisées par l'alcool absolu, puis colorées par l'hématéine. Il est d'ailleurs possible, de trouver tous les stades intermédiaires entre le grain libre dans la vacuole, ou paraissant l'être, lorsqu'il y est vu par projections, et le corpuscule intraprotoplasmique. Une observation délicate permet cependant de constater que le corpuscule métachromatique, ainsi projeté, se trouve engagé dans une invagination de cytoplasme et séparé de celui-ci par une fine zone auréolée. Cette observation démontre qu'il y a eu un simple refoulement et non pas une pénétration du grain de volutine. Il est important de signaler ce fait à un un autre point de vue. Nombre d'auteurs ont, en effet, interprété ce corpuscule métachromatique unique, faussement extravacuolaire, comme un véritable noyau, et, dans d'autres cas, la vacuole et ses grains de volutine, comme un noyau vésiculeux avec des nucléoles. En fait, pour peu que l'on effectue une surcoloration à l'hématéine ou au violet de gentiane, la teinte métachromatique des grains rouges peut être masquée; le noyau, petit et de coloration délicate, passer inaperçu, en sorte que cette erreur permettrait de concevoir, dans les levures, tantôt un noyau unique, siégeant près d'une vacuole, tantôt un noyau vésiculeux, comprenant un caryoplasme, un caryosome et une membrane nucléaire.

GENÈSE

Les corpuscules métachromatiques se divisent par étirement. Au moment du bourgeonnement, il est possible de voir le vacuole s'évaginer et un corpuscule s'engager dans le bourgeon qui a pris naissance, en sorte que la cellule-fille possède, dès son origine, une petite vacuole avec son corpuscule métachromatique. Cette pénétration de la vacuole et du grain rouge dans le bourgeon paraît toujours précéder la division nucléaire. Quand le substratum est riche, le corpuscule grossit rapidement et se bipartit comme dans le cas des cellules adultes.

PHYSIOLOGIE

a) Un certain nombre d'observateurs ont voulu voir dans ces granulations des corpuscules de toxigène. C'est ainsi que Behring les considère comme les supports de toxines du ***Bacillus tuberculosis***. D'autres, en se basant sur ce fait que les bacilles diphtériques vrais possèdent des corpuscules métachromatiques, mis en évidence par la méthode d'Ernst-Neisser, admettent que la virulence de ces bacilles est fonction de ces granulations. Guilliermond [32-33] s'oppose avec raison à cette manière de voir. L'expérience suivante, que nous avons effectuée, corrobore d'ailleurs les résultats de cet auteur. Injectons à un cobaye, par voie péritonéale, une culture de muguet au deuxième jour, constituée par des cellules abondamment pourvues de corpuscules métachromatiques; et, à un autre animal de même poids, une culture au sixième jour de son développement, dans laquelle les organismes sont à peu près dépourvus de corpuscules métachromatiques. Les deux cobayes meurent sensiblement à la même époque, vers le vingtième jour, de muguet généralisé. Cette expérience unique, et dont les résultats sont relatifs, montre cependant que ces granulations ne semblent pas devoir intervenir, dans le cas présent, comme vecteurs de toxines, ou accumulateurs de virulence.

b) Pour nous, tout autre est leur rôle. Etant donnée la généralité de leur présence, chez les organismes les plus divers, tant animaux que végétaux, nous pensons qu'ils sont fonction de l'activité cellulaire et constituent une substance de réserve, plus précoce que les matières grasses, qui sont fréquemment le signal d'une dégénérescence ou d'une diminution de la vitalité cellulaire. Ils disparaissent des éléments quand le milieu est épuisé.

L'expérience suivante, met parfaitement en évidence leur rôle de substance de réserve. D'une luxuriante culture sur carotte, en pleine élaboration métachromatique, nous effectuons avec une spatule de platine un large prélèvement que nous ensemençons dans un tube renfermant une solution de chlorure de sodium à 8 ‰; substance chimique indifférente vis-à-vis du muguet, puisque les ions Na et Cl n'entrent pas comme élément dans la constitution de la cellule. Cet haloïde, dépourvu de toxicité, joue cependant un rôle physique indispensable, puisqu'il permet d'éviter l'action plasmolysante et nocive de l'eau distillée sur cet organisme. La culture est abandonnée à la température de 18°. Un premier prélèvement, effectué à la vingt-quatrième heure du jeûne, montre que 65 % des cellules sont dépourvues de grains rouges. Au bout de 48 heures, 80 % des éléments n'en possèdent plus, alors qu'il faut attendre en général le septième jour, en culture normale, pour atteindre le premier résultat. Cette expérience démonstrative met bien en évidence le rôle des corpuscules métachromatiques comme substance de réserve.

MICROCHIMIE

L'étude microchimique de ces granulations, à peine ébauchée, est entièrement à entreprendre. D'une façon générale, trois voies s'ouvrent devant les chercheurs.

A) *Microchimie proprement dite.*

La première qui paraît la plus fréquemment suivie, ne semble donner que des résultats médiocres et incertains, chez des organismes de petite taille, comme les Levures, à cytoplasme difficilement pénétrable, et réagissant péniblement aux colorants. Elle consiste à effectuer par voie microchimique l'étude de telle inclusion cytoplasmique que l'on désire étudier. Mais ces recherches sont actuellement fort délicates, par suite des tortures chimiques auxquelles on est obligé de soumettre la cellule. La méthode cependant peu traumatisante de Mac-Callum, dans la recherche du fer, n'a donné, chez les Levures, que des résultats erronnés. Que dire alors de la recherche du phosphore par le procédé de Lilienfeld et Monti, où la cellule est successivement soumise à l'action du molybdate d'ammoniaque et du pyrogallol ! Les méthodes actuelles de chimie analytique appliquées à la microchimie sont donc imparfaites. Est-ce à dire, cependant, que tous les résultats obtenus soient dépourvus de valeur ? Non, certes, les indications fournies par le Sudan III et l'acide osmique dans la coloration des graisses, sont bien définies. Celles que donnent l'iode pour la recherche de l'amidon et du glycogéne, le perchlorure de fer pour la localisation du tannin en histologie végétale, sont définitivement acquises.

Le colorant de Guéguen, si employé par les mycologues et les lichénologues, nous a été de quelque secours dans notre étude des corpuscules métachromatiques. Constitué par un mélange de :

Bleu de Poirrier, colorant le cytoplasme,
Teinture d'iode, colorant le glycogène,
Sudan III, colorant les graisses,

il nous a permis de démontrer que les corpuscules métachromatiques qui fixent le Neutralroth, peuvent également s'emparer du Sudan III, ce qui nous donne des indications sur la composition de ces corpuscules, que nous pensons être de nature lipoïdique. La recherche suivante corrobore d'ailleurs cette hypothèse. Nous avons mis en évidence ce fait que le bleu polychrome, colorant de choix des corpuscules métachromatiques, agité avec son volume de xylol (dissolvant des graisses) cède à ce dissolvant sa matière colorante rouge, tandis que la couche inférieure vire du violet au bleu pur. Ainsi donc, le xylol dissocie les principes colorants de la formule complexe du bleu de Unna en dissolvant un colorant rouge. D'autre part, dans la coloration par le bleu polychrome, les corpuscules métachromatiques se teintent en rouge. Nous en concluons que la substance colorante soluble dans le xylol possède des affinités chromatiques pour les grains de volutine qu'elle colore.

La réfringence très spéciale de ces corpuscules, quand on les examine directement et sans coloration, leur affinité pour le Sudan III, leur colorabilité par le rouge neutre (théorie lipoïdique d'Overton), leur métachromasie spéciale vis-à-vis du bleu polychrome, nous permettent donc d'envisager la composition de ces corpuscules, comme étant de nature lipoïdique.

Jeu des phénomènes métachromatiques

Comment peut-on interpréter ce phénomène ?

Phénomènes lumineux. — *a*) Dans une première hypothèse, Kunstler et Busquet veulent voir dans ces corpuscules les nœuds d'un réticulum; autour de ces points nodaux, apparaissent les prétendus corpuscules métachromatiques, sous forme d'anneaux de diffraction, dont la coloration serait fonction de la lumière incidente. Comme les dimensions du réseau sont très petites, la forme des mailles n'aurait aucune importance. Cette hypothèse ne semble pas en rapport avec ce que nous connaissons actuellement de ces granulations. Dans *Endomyces*, par exemple, un certain nombre de ces corpuscules sont libres dans le liquide vacuolaire, ce qui ne saurait être en accord avec l'hypothèse physique de Kunstler.

Impuretés colorantes. — *b*) Dans une deuxième théorie, A. Meyer suppose que la métachromasie de ces grains rouges ne serait pas fonction de la couleur employée, mais d'une impureté de cette couleur. Le bleu de méthylène ne renferme-t-il pas fréquemment un pigment rouge accessoire qui aurait une affinité plus considérable que le bleu pour les corpuscules de Babès ? Cette opinion serait, en somme, assez en concordance avec le fait signalé par nous, que le xylol est susceptible de dissocier dans le bleu de Unna les substances rouges et bleues.

Acidité des corpuscules métachromatiques. — *c*) Pour nous, l'explication du phénomène est ailleurs. Si dans certains cas la théorie de Kunstler permet de rendre compte des faits observés; si la seconde hypothèse envisagée est parfois susceptible de vérification dans le cas d'un colorant impur (bleu de méthylène), ou complexe (bleu de Unna), il nous semble que la vraie solution, et la plus générale du problème, s'explique par une modification physique du principe colorant, en rapport avec la composition chimique particulière du corpuscule, comme nous l'expliquerons par la suite. Faut-il admettre que doués de réactions acides et fixant avec avidité les colorants, les corpuscules métachromatiques soient susceptibles de faire virer l'hématéine et l'hématoxyline au rouge, hypothèse conforme à ce qu'on observe en acidifiant ces solutions colorantes par l'acide acétique ? Mais comment alors expliquer que le violet de gentiane colore ces granulations en rouge, alors que les acides le font passer lui-même au vert ? En réalité si l'on agit avec précaution, on s'aperçoit que le changement de coloration est précédé par un dichroïsme très net. Cette expérience et celle qui résulte de l'acidification des solutions d'hématéïne et d'hématoxyline par les acides faibles paraissent donc être en faveur de cette théorie. Cependant, cette acidification, même ménagée, n'apporte aucune modification dans la coloration des solutions de bleu de méthylène pur et de bleu de toluidine; toutes deux employées à la recherche et à la démonstration des corpuscules métachromatiques. Ainsi donc, la théorie chimique, si elle permet d'expliquer dans certains cas le jeu des phénomènes métachromatiques, ne peut pas les expliquer tous.

Changement de nature physique. — *d*) L'hypothèse physique suivante paraît donner plus de satisfaction. Si l'hématéine, l'hématoxyline, les bleus de toluidine et de méthylène, et le violet de gentiane colorent en bleu ou en violet les solutions aqueuses, c'est que ces substances se trouvent dans un état physique spécial. Quand ces teintures vont se fixer sur les corpuscules métachromatiques de nature lipoïdique, ils passent d'un milieu où ils étaient ionisés dans un milieu où ils ne le sont plus, ce qui pourrait expliquer le changement de couleur observé. Ce phénomène est, en bien des points, comparable à celui que l'on observe avec les solutions d'iode, métalloïde qui colore les liqueurs alcooliques en jaune, tandis que les solutés chloroformiques sont violets. Cette observation démontre que la substance présente, sous sa forme moléculaire, une coloration différente de celle qu'elle possède dans un liquide où elle est dans un état d'ionisation plus ou moins accentué; expériences qui permettraient de considérer la métachromasie comme un phénomène physique.

B) *Méthode soustractive*

Mais lorsque nous disons que ces granulations appartiennent à la série des lipoïdes, nous ne savons absolument rien sur leur véritable constitution chimique. Sont-ce des phytostérines, des lécithides ou de simples glycérides d'acides gras ? La question est complexe. Nous avions pensé établir, en partie tout au moins, la composition élémentaire de ces formations en supprimant aux milieux de culture, dans lesquels végètent ces cellules, une ou plusieurs substances chimiques indispensables à leur édification cytologique. Mais ce mode opératoire ne nous renseigne qu'imparfaitement. Que l'on supprime, en effet, l'un des éléments chimiques utiles pour la végétation parfaite de la culture, et que dans ce nouveau milieu les corpuscules métachromatiques n'apparaissent pas, il ne s'ensuivra pas nécessairement que la substance chimique qui fait défaut, entre dans la composition de ces grains rouges, car l'absence de ceux-ci peut être simplement due à un ralentissement dans l'activité des phénomènes trophiques, sous la dépendance du noyau.

Ces réserves faites, nous avons employé les milieux suivants dans le but de savoir si les cellules utilisaient le phosphore pour réaliser la synthèse de leurs corpuscules métachromatiques. La constatation de ces granulations était réalisée après coloration au rouge neutre en solution à 0.20 ‰.

Eau	1.000 gr.	Soluté minéral α
Sulfate de magnésie	0 gr. 05	
Sulfate de fer	0 gr. 02	
Sulfate de zinc	0 gr. 02	
Sulfate d'ammoniaque	1 gr.	
Carbonate de Na	0 gr. 10	
Chlorure de K	0 gr. 20	

Eau	1.000 gr.	Soluté minéral β
Sulfate de magnésie	0 gr. 05	
Sulfate de fer	0 gr. 02	
Sulfate de zinc	0 gr. 02	
Sulfate d'ammoniaque	1 gr.	
Carbonate de Na	0 gr. 10	
Phosphate de K	0 gr. 50	

Les solutions minérales α et β ne diffèrent l'une de l'autre que par la substitution dans β, du KCl par le Phosphate de K. α constitue donc le milieu aphosphoré. Tous deux renferment cependant du potassium, élément indispensable à la vitalité de la cellule. La nutrition hydrocarbonée du muguet était assurée par l'adjonction aux milieux α et β de saccharose ou de lactose, en sorte que l'on obtenait finalement les quatre solutions nutritives suivantes :

I	Saccharose..........	3	
	Soluté (α)...........	150	Milieu Σ (α)
II	Lactose	3	
	Soluté (α)...........	150	Milieu λ (α)
III	Saccharose..........	3	
	Soluté (β)...........	150	Milieu Σ (β)
IV	Lactose	3	
	Soluté.β............	β	Milieu λ (β)

Comme on peut s'en rendre compte, nous avons fait varier la composition hydrocarbonée des substrata.

Le métabolisme cellulaire étant troublé par la disparition du phosphore, nous avions supposé avec raison, comme on le verra par la suite, que les divers hydrocarbones pouvaient être utilisés plus ou moins parfaitement, et inégalement par la cellule. — Le protocole d'expériences est le suivant :

Milieu Σ (α). — Pas de développement appréciable. Tous les organismes observés, uniformément colorés en rose, proviennent sans doute de l'ensemencement primitif.

Milieu γ (α). — Rares formes filamenteuses, plus nombreuses formes levures. Corpuscules métachromatiques dans tous les éléments vivants.

Milieu Σ (β). — Développement abondant avec présence de nombreuses formes levures, quelques formes subfilamenteuses, quelques formes filamenteuses. Corpuscules métachromatiques dans tous les éléments.

Milieu λ (β). Quelques formes levures. Corpuscules métachromatiques dans tous les éléments.

De ces observations, nous déduirons donc :

I. Que le phosphore ne paraît pas indispensable à la formation des corpuscules métachromatiques (milieu α);

II. Que dans le milieu aphosphoré étudié, la cellule dont l'activité trophique est suspendue, paraît ne pouvoir utiliser le saccharose comme hydrate de carbone Σ (α).

Meyer pense cependant, que les corpuscules métachromatiques sont constitués par des nucléoprotéides; il se base sur ce fait que l'acide nucléique retiré des Levures par Kossel, présentait un certain nombre des réactions de la volutine, que lui-même il avait indiquées. Il explique les différences qui peuvent exister entre les réactions de ces granulations et celles de l'acide nucléique, par ce fait qu'il opère avec de l'acide nucléique pur. Il est probable, selon Meyer, que cet acide dont la levure est riche, ne provient pas du noyau très pauvre en chromatine. *A priori*, nous nous élevons contre cette conception de Meyer. Entre autres inclusions, la cellule de levure renferme en effet des grains de sécrétion, sidérophiles en abondance, ainsi que l'ont démontré Janssens, Kohl, Guilliermond et nous même, dans *Endomyces albicans*. Nous ne serions pas étonné que l'acide nucléique isolé des Levures puisse provenir en partie de cette formation basophile, plutôt que des corpuscules métachromatiques.

Guilliermond, de son côté, a essayé d'apporter une contribution à l'étude chimique de ces granulations, en supprimant les hydrocarbones et l'azote aux milieux culturaux. Il lui a semblé que ces substances n'intervenaient pas dans l'édification moléculaire des grains de volutine.

Cette méthode soustractive, pas plus que la microchimie, ne permet donc de résoudre le problème.

C) *Méthode mixte*

III. La méthode suivante, que nous aurions voulu pouvoir expérimenter, nous paraît susceptible de fournir des indications précises dans l'étude plus particulière de ces corpuscules, surtout si l'on choisit comme matériel d'observations les levures qui se cultivent plus aisément qu'*Endomyces albicans*. Sur ces cellules convenablement fixées par l'alcool absolu, par exemple, afin d'éviter l'action altérante des réactifs chimiques, on pourrait faire agir comme dans les recherches pharmacologiques, des drogues simples, différents solvants volatils (CS^2, éther de pétrole, éther,), et se rendre compte, après coloration des éléments ainsi traités, des formations cytologiques qui ont disparu de la cellule. Etudier les résidus d'évaporation des liquides employés, mais, cette fois, en se conformant aux règles précises décrites en chimie biologique sans avoir à craindre les traumatismes cellulaires. Ce mode opératoire permettrait ainsi de déterminer d'une façon précise, la composition chimique des formations dissoutes, et en particulier des corpuscules métachromatiques s'ils sont solubles. L'étude microchimique complète de ces grains nous aurait fait dévier considérablement du chemin que nous nous étions tracé. Nous nous proposons d'y revenir plus tard.

FORMATION BASOPHILE

INTRODUCTION

La plupart des auteurs qui s'occupent de cytologie emploient surtout l'hématoxyline au fer dans l'étude fine du noyau. Cette méthode, qui donne sans doute de fort belles définitions nucléaires dans les cellules à structure simple, ne sauraient être employées seules et avec le même succès chez les Levures ou Bactéries qui cumulent, malgré l'apparente simplicité de leur morphologie externe, les grandes fonctions physiologiques des organismes multicellulaires. Il s'ensuit nécessairement une très grande complexité de leur structure intime puisqu'ils sont le siège de phénomènes d'assimilation se traduisant par l'apparition dans le cytoplasme, de vacuoles glycogéniques, de grains de volutine, de gouttelettes grasses et de granulations basophiles; puisque le noyau subit une rapide bipartition aboutissant à la formation de bourgeons ou de tronçons uninucléés; puisqu'enfin, au déclin de leur existence, quand les conditions extérieures deviennent défavorables, un certain nombre de ces organismes sont susceptibles de fournir des spores, suivant un mécanisme plus ou moins complexe. Cette multiplicité de formations cytologiques oblige l'observateur à recourir à différentes fixations et colorations. Par la superposition des figures obtenues aux stades successifs de l'évolution, il pourra étudier le sort, et, peut-être, la nature de ces différentes formations. Cette remarque s'applique plus particulièrement à la formation basophile d'*Endomyces*, qui s'offre sous des aspects tellement différents qu'elle peut être confondue avec le noyau lui-même, ou bien présenter l'allure d'un réseau diffus, aux nœuds duquel sont disposées des granulations basophiles, qui masquent l'organite nucléaire ou son caryosome. Ainsi donc, il serait possible, en se servant de l'hématoxyline ferrique ou du bleu polychrome dans certains cas, de mettre en évidence dans le muguet un véritable noyau diffus, en tous points comparable à celui décrit par Schaudinn, dans *Bacillus Butschlii*, ou ceux observés par Guilliermond dans les Bactéries endosporées, et nous-même dans *Bacillus megatherium* et *Bacillus anthracis*.

La méprise serait d'autant plus aisée, qu'à tous les stades de l'évolution, depuis le deuxième jour jusqu'au septième, cette formation apparaît constamment dans la cellule. Chez les Levures, il est possible à un certain stade d'observer, autour de la vacuole à corpuscules métachromatiques, un système de granulations basophiles, réunies entre elles par des tractus (observation de Janssens et Leblanc, observation de Wager, et de Guilliermond, de Kohl), véritable réseau transitoire répondant aux mêmes caractères que ceux de notre réticulum basophile. Mais la courte apparition de cette formation basophile dans les levures est un argument en faveur de la nature extranucléaire du réticulum d'*Endomyces albicans*.

COLORATIONS

Une étude plus approfondie des colorations permet d'ailleurs de lever les doutes à cet égard et de solutionner le problème. L'hématéine, en effet, ne colore pas ces granulations et fournit avec précision le noyau et les corpuscules métachromatiques, ou le noyau seul, suivant la nature des fixateurs employés. Ainsi donc, l'hématéine, teinture nucléaire moins diffuse que la laque ferrique, ne met pas en évidence la formation basophile. D'autre part, après fixation des cellules à l'alcool absolu et coloration au bleu polychrome, ce réticulum apparaît coloré en rouge comme les corpuscules métachromatiques. Ce ne sont pourtant pas des corpuscules métachromatiques, puisque l'hématéine, dans les mêmes conditions de fixation, ne les décèle pas et que cette formation basophile ne prend pas les colorants vitaux.

Ce ne sont pas davantage des systèmes nucléaires ou des noyaux, puisque ceux-ci sont teintés en bleu par la solution de Unna. La métachromasie de cette formation n'apparaît qu'après fixation des cellules à l'alcool et coloration au bleu polychrome. Après stabilisation des éléments par le Bouin ou le Lavdowsky, le réseau est coloré en bleu. Le caractère amphophile de ce réticulum ne saurait appartenir à une véritable formation nucléaire. Ce réseau, de par ses propriétés chromatiques, se différencie très nettement du noyau et des corpuscules métachromatiques. Ses caractères morphologiques, hautement différenciés, accentuent encore cette dissemblance.

FIXATION

Nous dirons un mot de sa fixation. Elle s'effectue très convenablement avec les différents fixateurs, à la condition de prolonger la durée de cette opération de 18 à 24 heures, puis d'effectuer un passage dans l'alcool à 95°. Les fixations directes, par l'alcool ou le sublimé alcoolique, produisent une rétraction du réticulum avec formation de gros amas muriformes, artefact, qui modifie considérablement la morphologie de ce réticulum.

MORPHOLOGIE

La formation basophile, malgré son polymorphisme est susceptible d'être ramenée à un certain nombre de types bien déterminés, desquels dérivent tous les autres.

Dans un premier stade, elle se présente sous la forme d'un corpuscule, qui ne tarde pas à augmenter de volume et à se transformer en une rosette irrégulière, formée par la conglomération de granules, qui paraissent avoir la même importance morphologique, et, sans doute, la même valeur physiologique. Quand la cellule est en voie de bourgeonnement, un petit grain de la morula basophile se détache et se dirige vers l'évagination cytoplasmique, tout en restant relié au groupement originel par un fin tractus; puis sur ce filament de liaison vont glisser successivement un, puis deux et trois granules, si bien que le jeune bourgeon va posséder un système de trois ou quatre granulations basophiles, issues de la cellule mère. Quand deux bourgeons naissent simultanément sur la même cellule, deux systèmes linéaires apparaissent qui transmettent aux bourgeons les grains de la formation basophile.

Quand cet amas est situé à l'un des pôles de l'oïdie et que celle-ci n'est pas en prolifération, un rapide épanouissement de la morula sidérophile s'effectue dans tous les sens. Cette masse projettera contre la paroi cellulaire, des petits grains qui resteront, toutefois, réunis au centre d'épanouissement par de fins tractus, d'où l'aspect rayonnant du réticulum. Cette forme se retrouve également et avec plus de netteté encore, lorsque le morula initiale occupe une position équatoriale dans la cellule. L'épanouissement, extrêmement rapide dans ce cas, se traduit par une véritable explosion de la morula basophile. Ce phénomène expansif peut s'effectüer parfois avec moins de rapidité. De la masse initiale s'échappe d'abord un petit grain et sur le tractus de liaison glissent un, puis deux granules; enfin cette ligne se brise et chaque angle va se trouver occupé par un grain basophile, échappé de la colonie granuleuse originelle. En d'autres points de la morula, des systèmes linéaires granuleux semblables vont se former, si bien que le cytoplasme va se trouver parcouru par un réseau d'allures et de formes plus ou moins irrégulières. Il est parfois possible de noter, sur une des parties du réticulum, un amas de granules qui représentent, sans doute, la masse initiale, non encore dissociée; le parfait épanouissement du réseau ne se retrouvant guère qu'au cinquième jour, dans les celulles ayant perdu leurs corpuscules lipoïdiques de réserve.

NATURE

Nous ne savons que peu de choses sur la nature de ce réticulum; sa non colorabilité par le bleu de méthylène, le rouge neutre et les autres teintures vitales, nous permet de supposer qu'il joue un rôle plus noble que celui de granulations alimentaires de réserve. Sa participation dans le bourgeonnement milite en faveur de cette hypothèse. Quant à sa métachromasie par le bleu de Unna, après fixation à l'alcool; étant donné ce que nous savons sur les indications du liquide de Unna, nous croyons possible qu'il entre dans son complexus moléculaire quelques radicaux d'acide gras, impressionnés par cette teinture dans certaines conditions de stabilisation. Sa coloration par l'hématoxyline ferrique, pourrait faire penser que l'on se trouve en présence d'une formation de nature ergastoplasmique. Ce dernier point serait intéressant à élucider.

(*A suivre*).

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Madame la Marquise **Arconati-Visconti**, née **Peyrat**, a fait un don de 500.000 francs aux Facultés des Sciences et des Lettres de l'Université de Paris, « pour être employé au mieux de leurs intérêts ».

M. **Pandely Leonidas Argente**, a légué une somme de 500.000 francs à la Faculté des Sciences de Marseille.

Un don de 100.000 francs a été fait par M. **Grangier**, à l'Université de Dijon.

⁂

M. **Bruntz** est nommé Professeur de Matière médicale à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

⁂

M. le Dr W. graf zü **Leiningen-Westerburg**, Privat-Dozent à l'Université de Munich, a été nommé Professeur à la « Hochschule für Bodenkultur » à Vienne.

⁂

M. W. **Ruhland**, Privat-Dozent à l'Université de Berlin, a été nommé Professeur à l'Université de Halle.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères. Le Gérant : Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Mars 1912

N° 279

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 MARS 1912

I. — ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'ANATOMIE DES *POGONIA* MALGACHES (avec figures dans le texte), par **M. Laurent Moreau** 97

II. — CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES (avec planches), par **M. Henry Pénau** (suite) 113

III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 143

Planches contenues dans cette livraison

Planches 2 et 3. — *Endomyces albicans (formes filamenteuses).*

Planches 4 et 5. — *Bacillus anthracis.*

Cette livraison renferme en outre treize figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e).

Etude du Développement et de l'Anatomie
DES POGONIA MALGACHES

par M. Laurent **MOREAU**

Les *Pogonia* sont des Orchidées de la tribu des Néottiées, représentées en Amérique, au Japon, sur le continent africain et à Madagascar.

D'après les divers échantillons d'espèces malgaches que nous avons pu examiner en herbier, nous nous représentons ainsi le mode de développement de ces plantes. (Fig. 1).

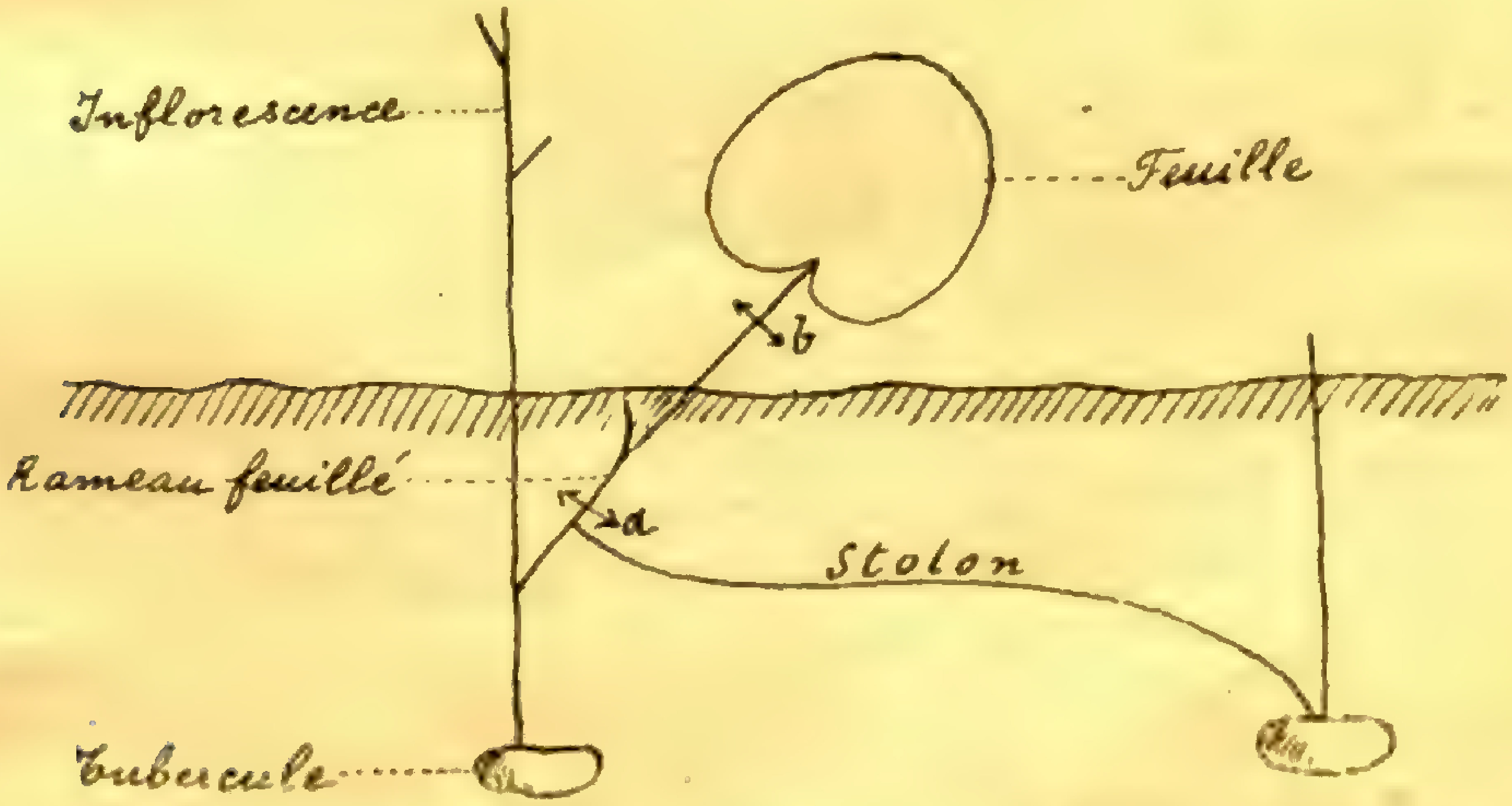


Fig. 1. — Schéma du développement d'un *Pogonia* malgache.

Le point de départ est un tubercule souterrain, de volume variable suivant les espèces. Il en naît une tige verticale qui, au-dessus du sol, se termine en une inflorescence. Toutefois, lorsque cette tige est encore souterraine, elle pousse latéralement une ramification qui reste courte, par suite de l'atrophie rapide de son bourgeon terminal; mais un peu au-dessous, apparaît une feuille à pétiole plus ou moins long, et dont le limbe, par conséquent, restera appliqué contre le sol ou s'élèvera dans l'air.

D'autre part, outre cette feuille, le même rameau donne des stolons, et ce sont ces stolons qui, souterrains ou rampant à la surface du sol, renfleront leur extrémité en produisant de nouveaux tubercules, qui seront le point de départ d'un cycle évolutif semblable au précédent.

Nous nous proposons d'étudier au point de vue anatomique cinq espèces de *Pogonia* malgaches (1). L'une est déjà connue : c'est le *Pogonia Renschiana* de Reichenbach fils. Les quatre autres sont nouvelles et seront décrites ultérieurement par MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie.

On peut les caractériser ainsi d'après l'inflorescence et la forme de la fleur :

Inflorescence	uniflore	Lobe médian du labelle fortement trilobé : *Pogonia Leguminosarum* J. et P.
		Lobe médian du labelle vaguement trilobé, lacinié : *Pogonia Thouarsii* Bl.
	en grappe	Lobes latéraux du labelle peu marqués : *Pogonia Renschiana.*
		Lobes latéraux nets, saillants en avant : *Pogonia Sakoæ* J. et P.

Nous n'avons pas placé dans ce tableau une cinquième espèce dont les fleurs nous sont inconnues, mais que nous désignerons provisoirement sous le nom de *Pogonia lanceolata.* Nous verrons quels sont les caractères anatomiques qui la distinguent des autres *Pogonia.*

Le plan que nous adopterons est le suivant : nous ferons une étude complète du *Pogonia Leguminosarum*, pour lequel nous examinerons successivement la structure du stolon, du tubercule, de l'axe principal, du rameau foliaire, enfin de la feuille. Puis nous comparerons les autres espèces à ce *Pogonia Leguminosarum* pris comme type.

---

(1) Rappelons, d'autre part, à ce propos, que tout récemment ce *Pogonia simplex*, ainsi que tous les autres *Pogonia* analogues, ont été transportés par M. Schlechter dans le genre *Nervilia.*

I. — ÉTUDE DU POGONIA LEGUMINOSARUM

1° Stolon. — Le stolon, dans cette espèce, semble partir non de la branche foliaire, mais de la partie de l'axe principal située au-dessous de cette branche. Il est, en général, de faible diamètre (1^{mm} à $1^{mm}3$, en moyenne), assez régulièrement cylindrique.

L'écorce, plus épaisse que le cylindre central, mesure $0^{mm}400$, alors que le diamètre de ce dernier est d'environ $0^{mm}500$.

a) *Ecorce.* L'épiderme est représenté par des cellules assez hautes, à paroi externe non épaissie. Le tissu cortical comprend sept à huit rangées de cellules d'abord rondes, mais devenant hexagonales près du cylindre central, en même temps qu'elles augmentent de volume.

A la surface, on remarque des saillies du tissu cortical, véritables émergences, mesurant environ $0^{mm}085$ de hauteur et comprenant en largeur deux ou trois épaisseurs de cellules. Ces émergences se terminent par une surface plane, d'où part un bouquet de poils unicellulaires d'une longueur moyenne de $0^{mm}250$ (fig. 2). Ces poils retiennent fortement le vert d'iode : leurs membranes seraient donc cutinisées. En coupe transversale, le nombre des émergences varie de quatre à huit.

b) *Cylindre central.* Au-dessous d'un péricycle assez peu caractérisé, les cellules parenchymateuses du cylindre central sont de dimensions nettement inférieures à celles du tissu cortical. Les faisceaux libéroligneux sont disposés sur un seul cercle et au nombre de quatre; quelquefois, en outre, est un faisceau central. Chacun de ces faisceaux comprend deux à trois vaisseaux du bois, à parois minces, faiblement lignifiées, de volume à peu près égal. En dehors sont les amas libériens.

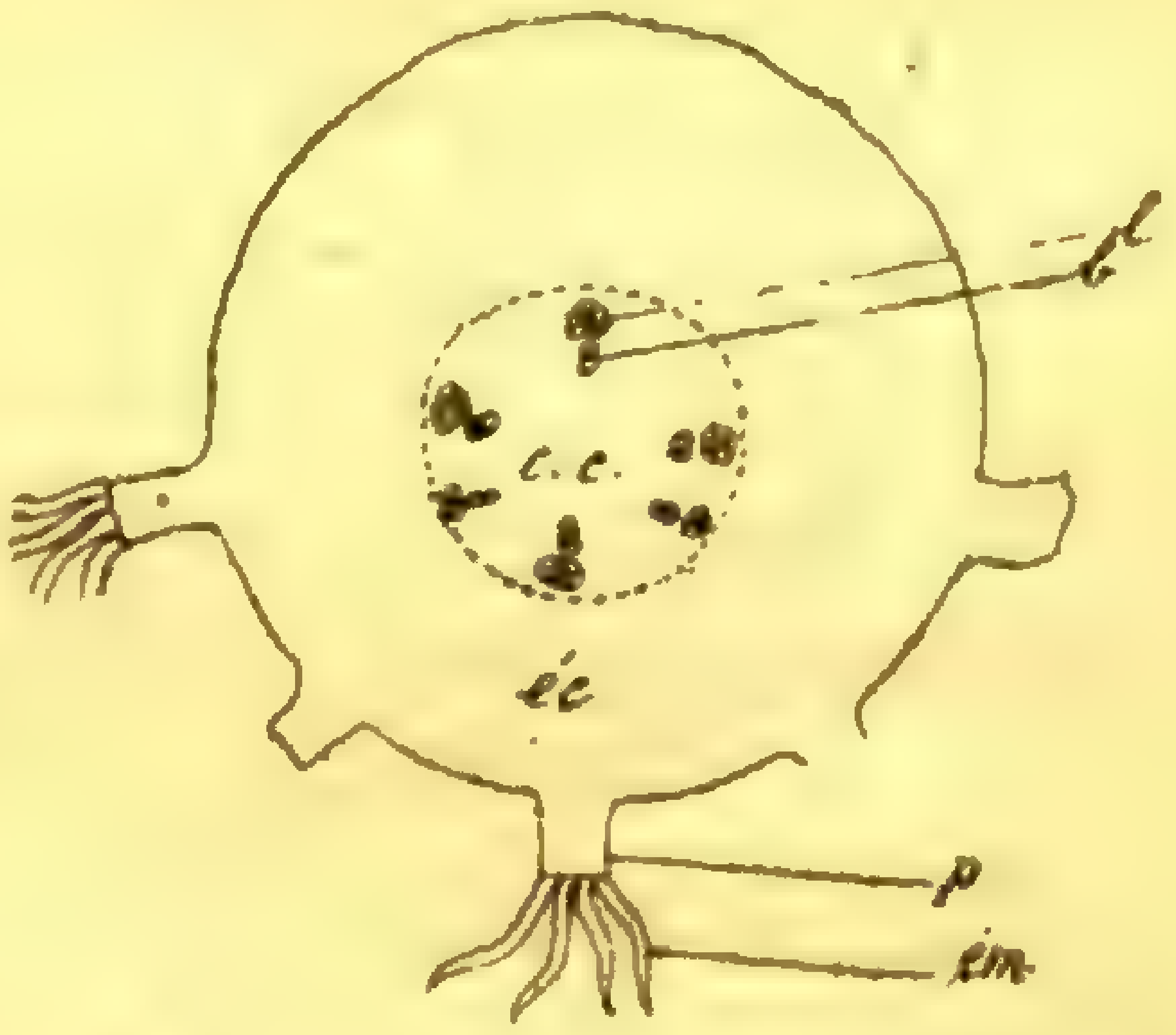


Fig. 2. — Coupe transversale du stolon de *Pogonia Leguminosarum*.
éc., écorce; *c.c.*, cylindre central; *l.*, liber; *b.*, bois; *ém.*, émergence; *p.*, poils.

Du stolon peuvent partir des ramifications, qui ont la structure de racines.

2° TUBERCULE. — Il est formé, ainsi que nous l'avons dit, par le renflement de l'extrémité du stolon. Mais quelle part revient dans cette tubérisation à l'écorce et au cylindre central?

En général, les tubercules du *Pogonia Leguminosarum* sont peu volumineux, relativement à ceux d'autres variétés. Aplatis de haut en bas, ils peuvent ne mesurer que 7 à 8 millimètres dans leurs plus grandes dimensions, 4 à 5 millimètres en hauteur. De toute leur surface, assez irrégulière, partent de minuscules racines, et l'extrémité du stolon y aboutit en un point excentrique. L'axe vertical, de même, ne naît pas au centre. Il en résulte que le tubercule est, la plupart du temps, asymétrique, avec une moitié toujours plus développée que l'autre. Cette particularité sera surtout nette dans le *Pogonia Renschiana.*

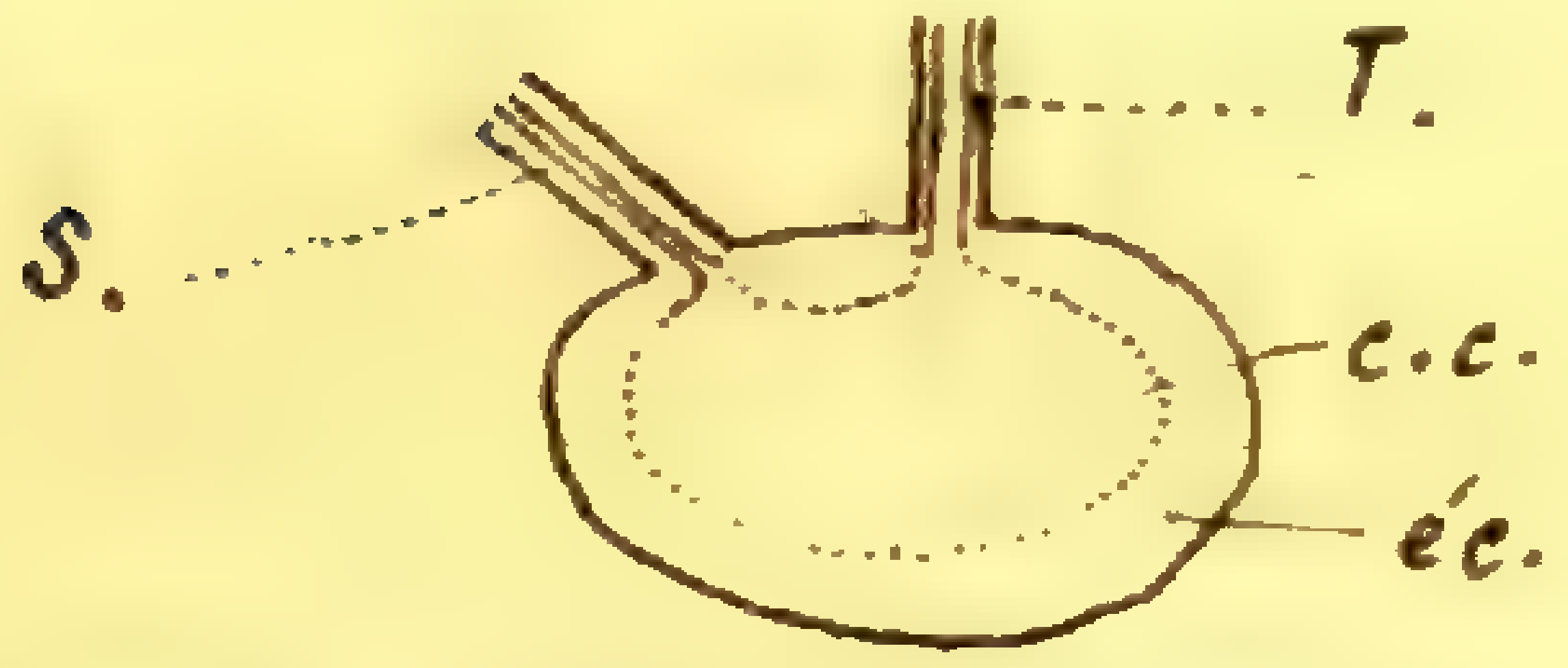


Fig. 3. — Coupe longitudinale d'un tubercule de *Pogonia Leguminosarum.*
***t.*, tige; *st.*, stolon.**

Sur une coupe longitudinale (fig. 3), on constate surtout un grand développement du cylindre central, qui est rempli de grains d'amidon. L'abondance de ces grains, en accroissant le volume des cellules, produit à la surface du tubercule de petites bosselures, qui lui donnent un aspect irrégulièrement verruqueux.

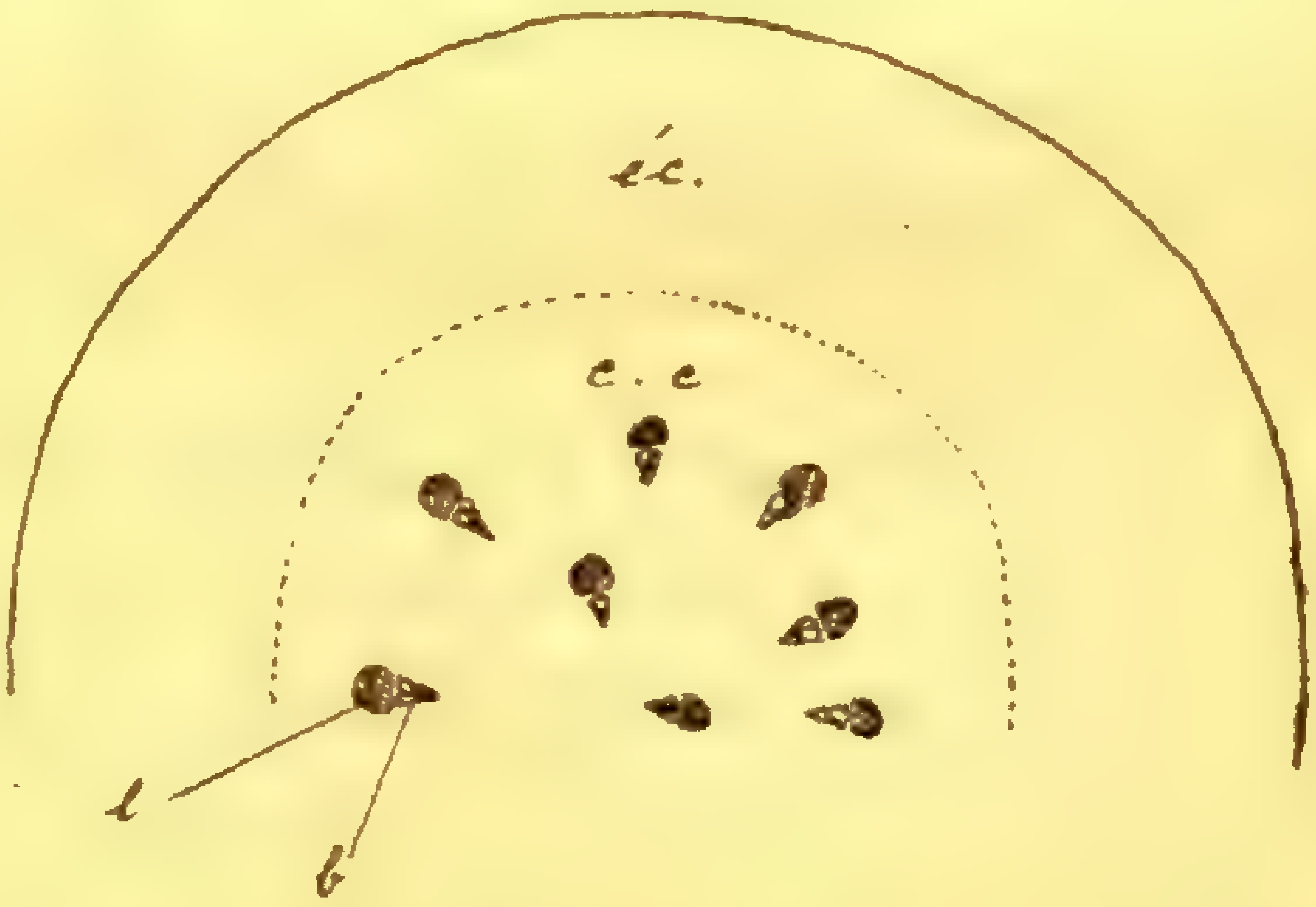


Fig. 4. — Coupe transversale d'un tubercule de *Pogonia Leguminosarum.*
éc., écorce; *c. c.*, cylindre central; *l.*, liber; *b.*, bois.

D'ailleurs, si l'hypertrophie porte surtout sur le cylindre central, l'écorce n'y est pas absolument étrangère (fig. 4). En effet, nous avons vu, à l'examen du stolon, que le rapport de l'épaisseur de l'écorce à celle du cylindre central était sensiblement de 2 à 1. Ici, sur un tubercule de $5^{\text{mm}}600$ de diamètre, nous trouvons :

Écorce $1^{\text{mm}}050$
Cylindre central (rayon) $1^{\text{mm}}750$.

Le rapport est donc de 1 à 1,7, et l'écorce a perdu l'avantage qu'elle avait dans le stolon sur le cylindre central, mais elle a gagné $0^{mm}650$, en passant de $0^{mm}400$ à $1^{mm}050$. Ainsi, la part qu'elle prend dans la tubérisation et, par conséquent, dans le rôle de réserve, n'est pas douteux, comme le confirme l'étude microchimique.

Structure. a) *Ecorce.* L'épiderme est formé de cellules aplaties tangentiellement. Il ne porte ni poils ni émergences, comme dans le stolon. Au-dessous se trouvent les cellules corticales, irrégulières, laissant entre elles des méats, et contenant assez souvent des raphides entourées d'une matière mucilagineuse.

A une certaine distance de l'épiderme, ces cellules deviennent sans transition plus volumineuses, à parois plus minces, et bourrées de grains d'amidon. C'est la partie périphérique du cylindre central, en dehors duquel, dans l'écorce, sont déjà quelques faisceaux libéro-ligneux.

b) *Cylindre central.* Au milieu du parenchyme, les faisceaux libéro-ligneux de ce cylindre central, au nombre d'une dizaine, sont disposés sur un cercle, près du bord. Ils sont plus gros que les faisceaux corticaux. Dans les uns et les autres, les vaisseaux du bois sont à parois peu lignifiées, et la partie libérienne est assez large.

C'est au niveau de la moelle que les cellules du parenchyme atteignent leurs plus grandes dimensions.

En résumé, dans le tubercule, nous noterons au point de vue anatomique deux faits importants : légère hypertrophie du tissu cortical, forte hypertrophie du tissu conjonctif de la stèle, en rapport avec l'abondance des substances de réserve.

Microchimie du tubercule. Ces substances de réserve sont essentiellement des grains d'amidon et des sucres.

a) *Grains d'amidon.* On en observe surtout deux variétés. Ce sont d'abord des grains volumineux, de $0^{mm}070$ de diamètre, à hile et à couches concentriques peu visibles, même après traitement à la solution d'hydrate de chloral à 10 %. Les uns sont triangulaires ou ovoïdes, ou presque sphériques ; d'autres sont presque réniformes. Ils s'éclairent vivement en lumière polarisée. L'eau iodée leur donne une coloration bleue qui tend au rosissement : ils contiennent donc de la dextrine et de l'amylo-dextrine. Ces grains d'amidon forment dans les cellules des amas considérables autour des vaisseaux, bien que tout le conjonctif en puisse contenir.

Outre ces grains volumineux, on trouve, occupant toute la cavité des autres cellules, de très petits grains de $0^{mm}017$ de diamètre, régulièrement sphériques. Tous les intermédiaires se rencontrent entre ces formes de $0^{mm}017$ et celles de $0\ ^{m}/^{m}070$.

b) *Sucres.* Les sucres sont contenus uniquement dans l'écorce, et surtout dans l'écorce externe. Le réactif de Molisch donne instantanément une coloration violette de la partie externe du tissu cortical, coloration qui va en s'atténuant de plus en plus du côté du cylindre central. La réduction par la liqueur de Fehling ne se faisant qu'après une longue ébullition, il est probable que nous avons affaire à des sucres non réducteurs.

3° Axe principal ou hampe florale (fig. 5). — L'axe principal, légèrement aplati latéralement, est de section ovalaire. Une coupe de $2^{mm}400$ de grand diamètre nous donne $0^{mm}450$ pour l'écorce, $0^{mm}750$ pour le cylindre central. On voit donc que, dans l'ensemble, le rapport de ces deux régions reste ce qu'il était dans le tubercule, tandis qu'il n'en était pas de même dans le stolon, dont le tubercule représente l'épaississement terminal.

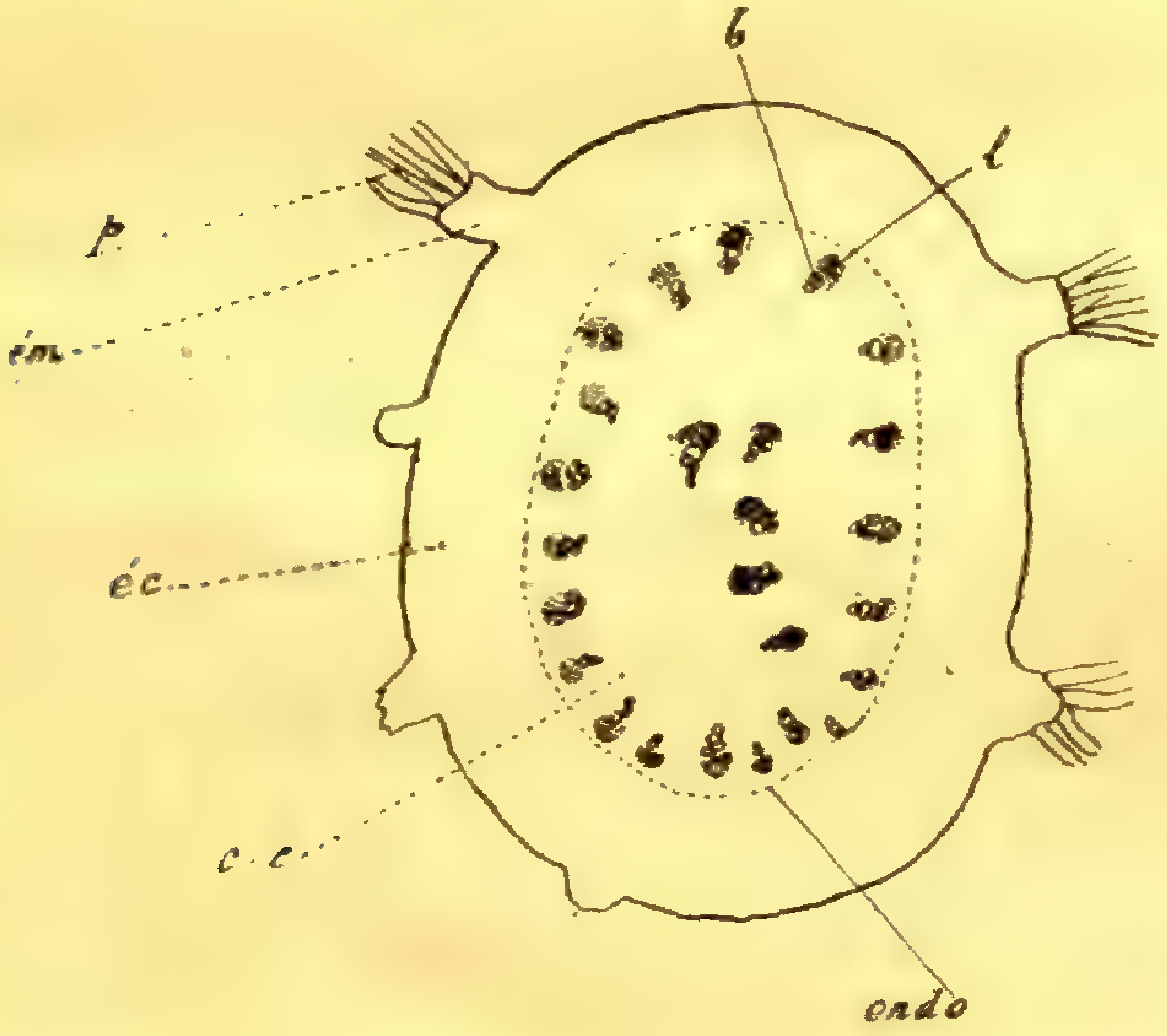


Fig. 5 — Coupe transversale de l'axe principal de *Pogonia Leguminosarum.*
ec., écorce: *c. c.*, cylindre central; *b.*, bois; *l.*, liber; *ém.*. émergence; *p* , poils.

a) *Ecorce.* L'épiderme est représenté par des cellules assez hautes, à paroi externe épaisse. L'écorce sous-jacente ne compte que 5 à 6 rangées de cellules très volumineuses, laissant entre elles des méats. Les émergences sont nombreuses supportant d'épaisses touffes de poils unicellulaires.

b), *Cylindre central.* Les faisceaux libéro-ligneux y sont très nombreux, disposés comme dans le stolon sur un cercle. Deux ou trois peuvent cependant occuper la région médullaire.

Ces faisceaux libéro-ligneux sont de forme variable : la partie ligneuse peut être occupée par deux ou trois vaisseaux en file radiale, à paroi épaisse et bien lignifiée, dont le plus interne a le calibre le plus réduit ; ou bien les vaisseaux sont plus ou moins groupés sur un ou plusieurs rangs dans le sens tangentiel, enfin ils forment un V ligneux à pointe interne, embrassant le liber, comme dans le faisceau classique de la tige des Monocotylédones, et le faisceau revêt alors l'aspect pseudo-concentrique. Pas d'anneau scléreux à la périphérie.

La dimension des petits faisceaux est, en moyenne, de $0^{mm}087$ suivant le plus grand diamètre, dont $0^{mm}052$ pour la partie libérienne. Les gros faisceaux ont $0^{mm}140$ d'épaisseur dans le sens radial, $0^{mm}120$ dans le sens tangentiel. D'une façon générale, le liber est toujours plus développé que le bois. Le tissu conjonctif, formé de grosses cellules de $0^{mm}100$ au niveau des rayons médullaires, réduit sensiblement leur volume autour des faisceaux.

4° Rameau foliaire (coupe en *a* de la fig. 1). — La structure est à peu près celle de l'axe principal, avec les différences suivantes :

1° L'écorce est relativement un peu plus épaisse que dans la hampe (8 à 9 épaisseurs de cellules).

2° Les faisceaux libéro-ligneux sont répartis moins régulièrement dans le cylindre central, et les vaisseaux du bois sont presque toujours en files radiales.

3° A signaler la présence constante de petits faisceaux libéro-ligneux corticaux.

4° Les émergences pilifères sont réduites en nombre (7 à 8) et en volume (fig. 6).

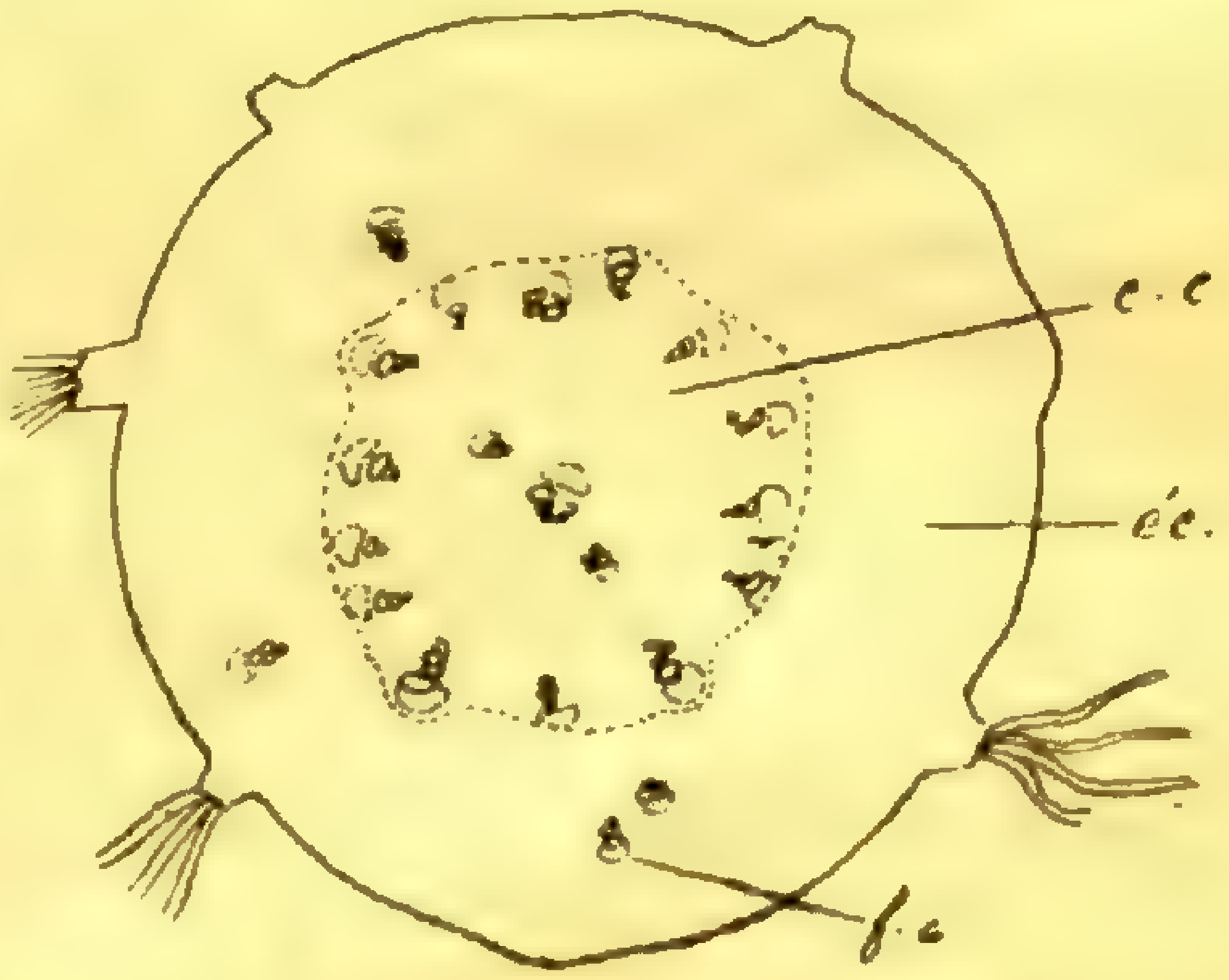


Fig. 6. — Coupe transversale du rameau foliaire de *Pogonia Leguminosarum*. *éc.*, écorce ; *c. c.*, cylindre central ; *f.c.*, faisceau cortical.

5° FEUILLE. — Considérons successivement le pétiole et le limbe.

a) *Pétiole.* Coupe en *b* (fig. 1). La symétrie bilatérale se manifeste par un léger aplatissement de la face supérieure. Vers le centre est un arc fermé de faisceaux libéro-ligneux, en dehors duquel, et vers la face inférieure, sont deux autres faisceaux. La surface est garnie des mêmes émergences que la hampe florale et le stolon (fig. 7).

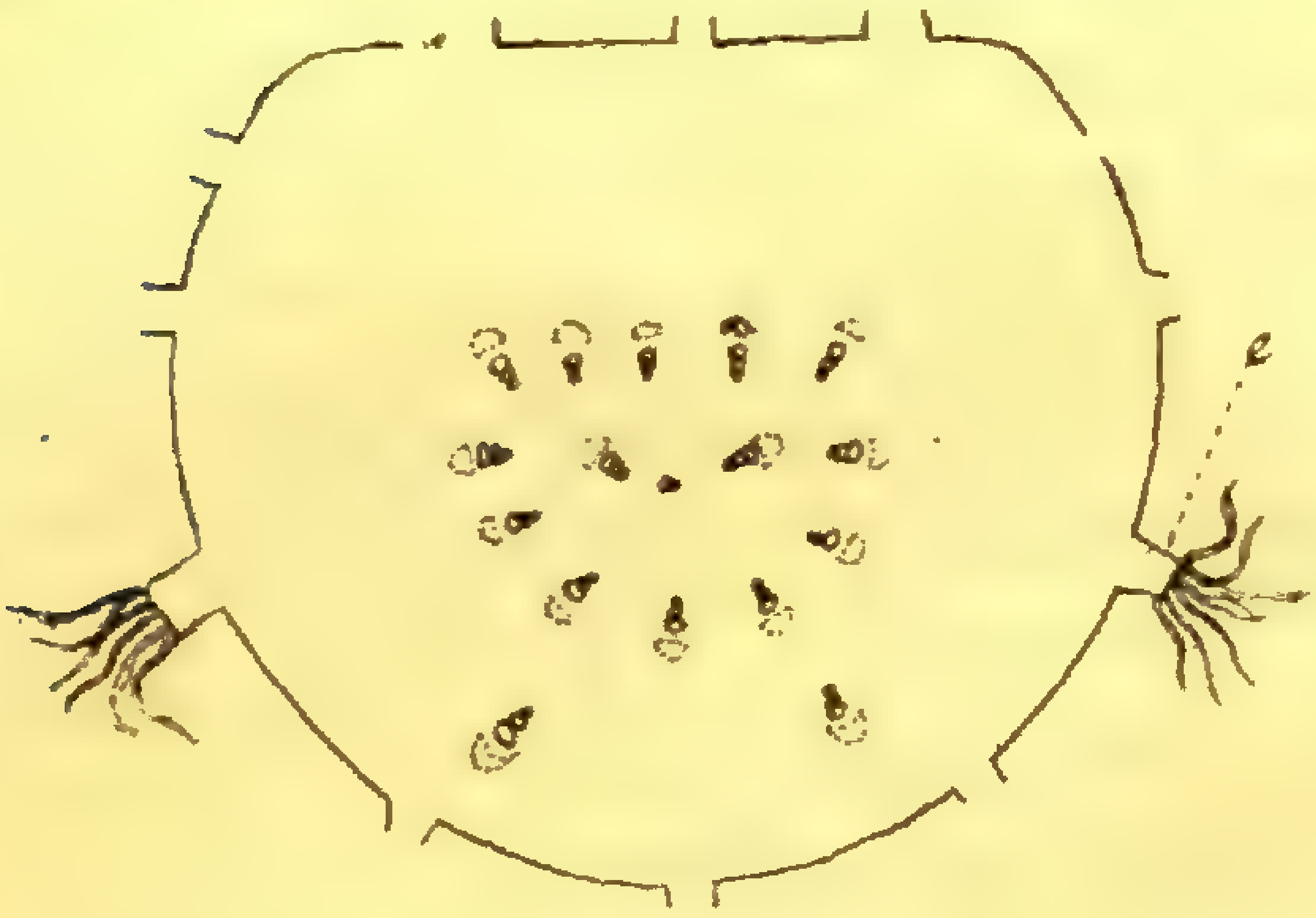


Fig. 7. — Coupe transversale du pétiole de *Pogonia Leguminosarum*.
e., émergence.

b) *Limbe.* Le limbe du *Pogonia Leguminosarum* a des nervures très saillantes qui forment sur sa face inférieure de véritables crêtes. Le limbe même est arrondi, orbiculaire, sans acumen, cordé à la base. En coupe transversale (fig. 8), la crête médiane est constituée par une saillie de 0mm475 de hauteur sur 0mm525 d'épaisseur à la base. Un peu au-dessous de son sommet, qui est arrondi et mamelonné, elle présente un étranglement bien net.

L'épaisseur du limbe, non compris la crête, est de 0mm200.

L'épiderme inférieur, au sommet de la saillie, a des cellules plus hautes que larges, à paroi extérieure renflée. Au-dessous de l'étranglement, ces cellules s'aplatissent progressivement pour se continuer sans transition avec les cellules de la partie plane du limbe.

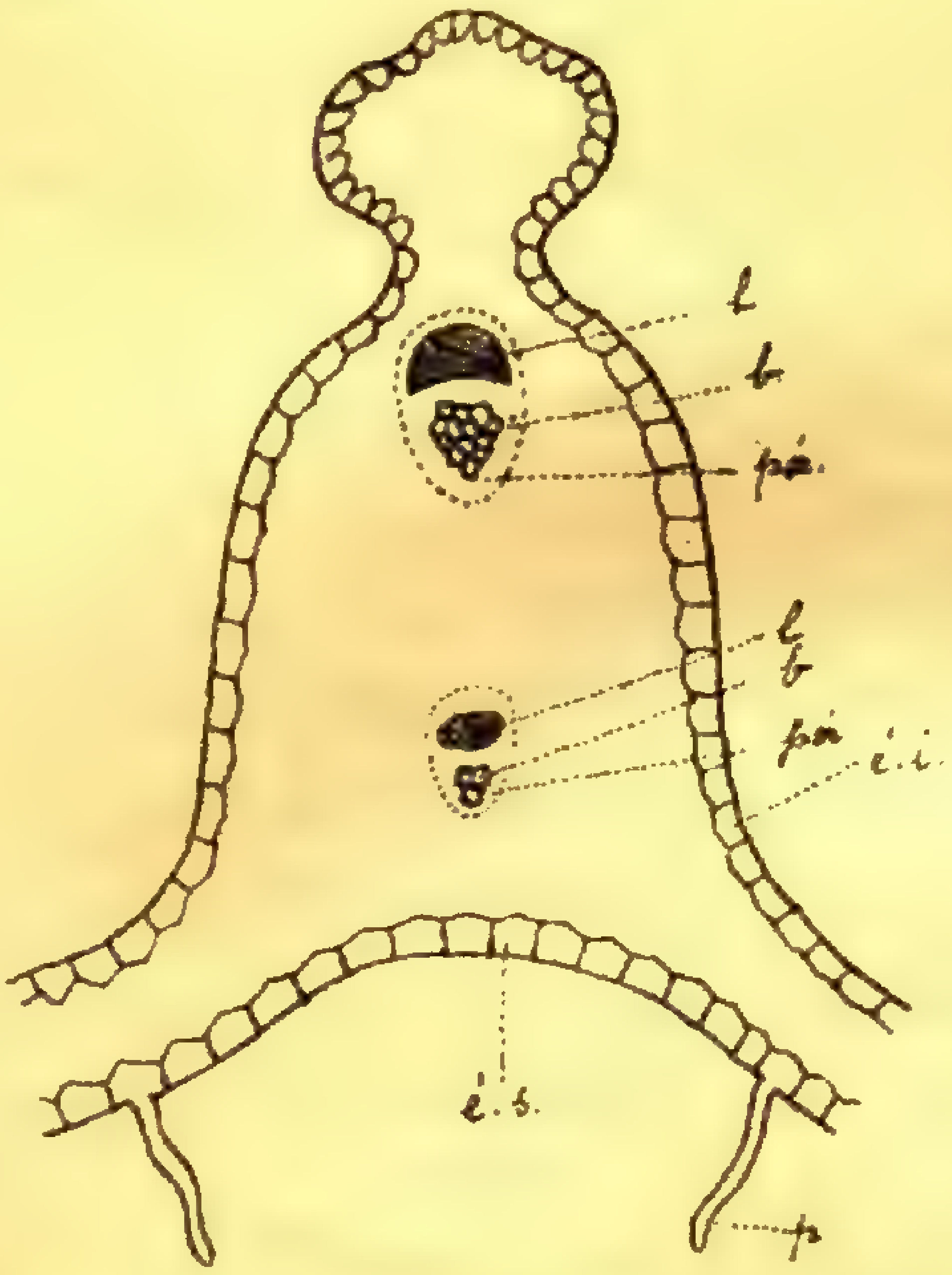


Fig. 8. — Coupe transversale d'une nervure de *Pogonia Leguminosarum*.
é. s., épiderme supérieur ; *é, i.*, épiderme inférieur ; *p.*, poil; *l.*, liber; *b.*, bois; *pér.* péridesme.

L'épiderme supérieur est formé de cellules de plus fort calibre, mais cependant plus larges que hautes. Certaines d'entre elles se prolongent en poils unicellulaires de $0^{mm}360$ environ.

Entre ces deux épidermes est compris un mésophylle homogène, composé de cellules sphériques ou polygonales, petites près de l'épiderme inférieur, volumineuses près de l'épiderme supérieur.

Le plus gros faisceau libéro-ligneux de la crête, orienté normalement, est situé un peu au-dessous de la partie rétrécie. Vers la base, au niveau de la région plane du limbe, en est un autre plus petit. Enfin, entre deux crêtes foliaires, on compte dans le mésophylle trois autres faisceaux régulièrement espacés.

Les stomates sont très nombreux dans l'épiderme inférieur, mais manquent totalement au niveau des nervures.

Telle est la structure anatomique des différentes parties du *Pogonia Leguminosarum*. Il nous reste à examiner comparativement les autres espèces.

II. — ÉTUDE COMPARATIVE DES AUTRES ESPÈCES DE POGONIA

A) Pogonia Thouarsii Bl. — C'est une petite espèce à feuilles plus larges que hautes, suborbiculaires, peu aiguës au sommet, à bords irrégulièrement sinueux.

Les ***tubercules*** sont très réduits, la plupart du temps sphériques et mesurant de $4^{mm}200$ à 5^{mm}, quelquefois légèrement aplatis. Ils se rapprochent par leur structure des tubercules de *Pogonia Leguminosarum*. L'écorce ($0^{mm}875$) est encore moins épaisse que le cylindre central ($1^{mm}225$). On note cependant : une ou deux émergences pilifères très développées, alors qu'on n'en observait point dans le *Pogonia Leguminosarum*, une cutinisation de la paroi externe de l'épiderme, une plus grande quantité de raphides dans le tissu cortical.

Les tubercules offrent les mêmes réactions microchimiques que ceux du *Pogonia Leguminosarum*. Mais il n'existe qu'une seule sorte de grains d'amidon : grains sphériques de $0^{mm}017$ à $0^{mm}018$ de diamètre, dont est bourré le tissu conjonctif du cylindre central.

La *feuille* (fig. 9) porte sur la face inférieure des crêtes peu accentuées. Ces saillies de $0^{mm}175$ à peine ne contiennent jamais dans leur intérieur le faisceau libéro-ligneux de la nervure, qui est toujours situé dans le parenchyme du limbe. La face supérieure offre des crêtes analogues, mais étalées en plateau à leur extrémité. Le faisceau libéro-ligneux qui leur correspond est de calibre plus réduit.

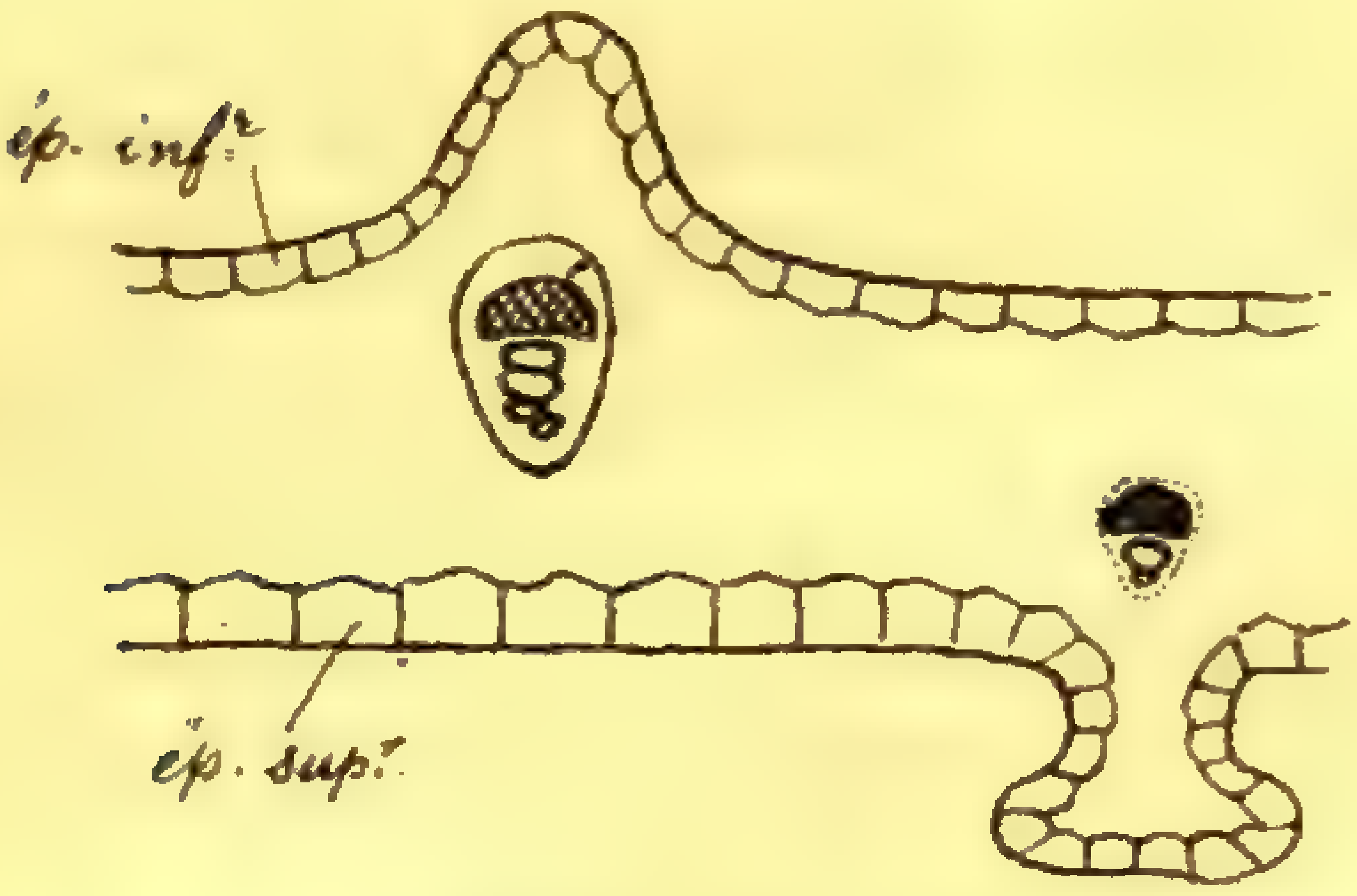


Fig. 9. — Coupe transversale de la feuille de *Pogonia minima*.

Les cellules de l'épiderme inférieur sont plus larges que hautes; celles de l'épiderme supérieur sont plus développées et presque égales en hauteur et en largeur. Comme dans le *Pogonia Leguminosarum*, on ne trouve de stomates que sur la face inférieure, mais ils sont beaucoup moins nombreux. Enfin, dans cette espèce, comme dans toutes les autres, le mésophylle n'est jamais hétérogène.

B) Pogonia Renschiana. — Cette espèce a des feuilles bien développées, à limbe flabelliforme, nettement pétiolé, acuminé au sommet, fortement cordé à la base.

Stolon. La coupe en est ovalaire, mesurant 2^{mm} dans le plus grand diamètre. L'épiderme, formé de cellules assez hautes, porte des poils unicellulaires, mais sans émergences. Comparativement au stolon du *Pogonia Leguminosarum*, l'écorce est moins développée, et les faisceaux libéro-ligneux du cylindre central sont plus nombreux.

Tubercule. Les tubercules, assez gros, mesurent, en moyenne, 4 cm. 2 de longueur sur 2 cm. 2 de hauteur. Leur forme est remarquable par son asymétrie, les deux moitiés étant toujours inégalement développées. Si nous considérons (fig. 10) une coupe longitudinale passant par la base du stolon et de l'axe principal, qui, comme nous le savons, sont toujours excentriques, nous observons des lignes blanchâtres qui représentent le trajet des faisceaux libéro-ligneux. L'incurvation de ces faisceaux dans la moitié antérieure du tubercule nous indique nettement que l'hypertrophie a surtout porté sur cette moitié. Sur une coupe transversale de 14^{mm} l'écorce n'occupe que $2^{mm}500$. Les cellules du conjonctif du cylindre central sont très grandes, alors que les faisceaux libéro-ligneux paraissent plutôt réduits ($0^{mm}175$ en moyenne). Ces cellules sont riches en grains d'amidon.

Tout en étant abondant dans toute l'étendue du cylindre central, l'amidon, dans le tubercule du *Pogonia Renschiana*, se localise plus particulièrement en deux régions :

1° Autour de chacun des faisceaux libéro-ligneux;

2° Dans la moitié antéro-inférieure du tubercule, à la limite de l'écorce et du cylindre central.

La première de ces deux localisations est celle que l'on observe dans toutes les autres espèces. Les cellules amylifères qui avoisinent immédiatement chaque faisceau sont gorgées de grains d'amidon, et leur ensemble forme, en section transversale, à l'œil nu, autant d'îlots blanchâtres, dans lesquels les faisceaux sont plongés.

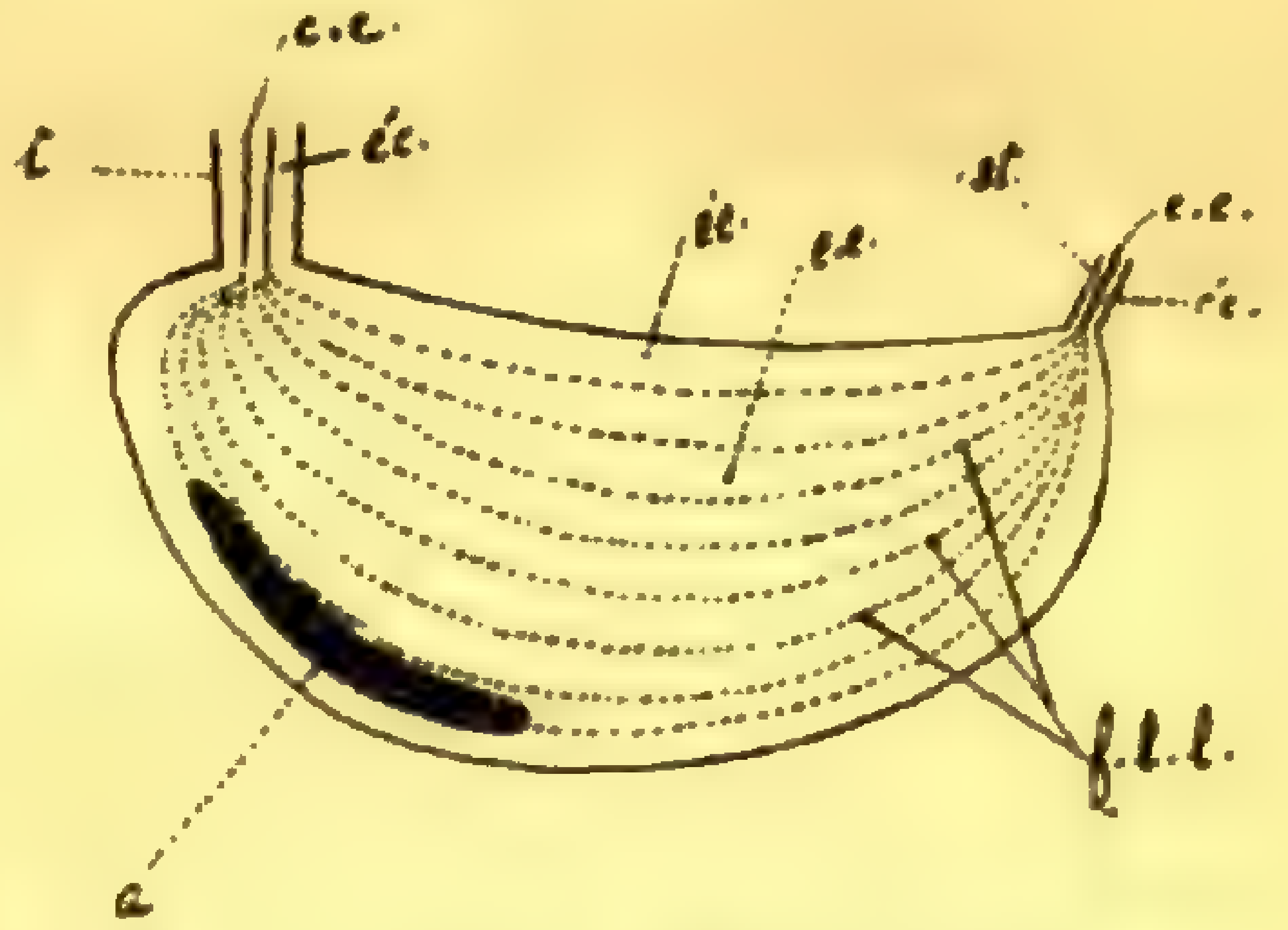


Fig. 10. — Coupe longitudinale d'une tubercule de *Pogonia Renschiana*. *t.* tige; *st.* stolon; *éc.* écorce; *c. c.* cylindre central; *f.l.l.*, faisceaux libéro-ligneux; *a.* amas de grains d'amidon.

Mais plus curieuse et aussi plus spéciale, semble-t-il, au *Pogonia Renschiana*, est la seconde localisation. En section longitudinale, en effet (fig. 10), les cellules amylifères, groupées à la partie inférieure de la moitié antérieure du tubercule, déterminent la production d'une bande, qui correspond à la fois aux assises les plus externes du cylindre central et aux assises les plus internes de l'écorce. En d'autres termes, dans cette région que nous avons appelée la région antéro-inférieure du tubercule, l'amidon, au moment où nous examinons la plante, est accumulé dans l'endoderme et dans les assises situées de part et d'autre de cet endoderme.

En fait, cette localisation dans la moitié antérieure du tubercule ne doit pas autrement nous surprendre; elle est le résultat de la polarité constatée dans les formations analogues d'autres espèces, la pomme de terre, par exemple. Ce qui peut davantage étonner, c'est l'absence de la substance amylacée dans la partie supérieure de la même moitié, mais l'explication en peut être que les réserves de cette région, d'où part la hampe florale, ont déjà été employées par le développement de cette hampe.

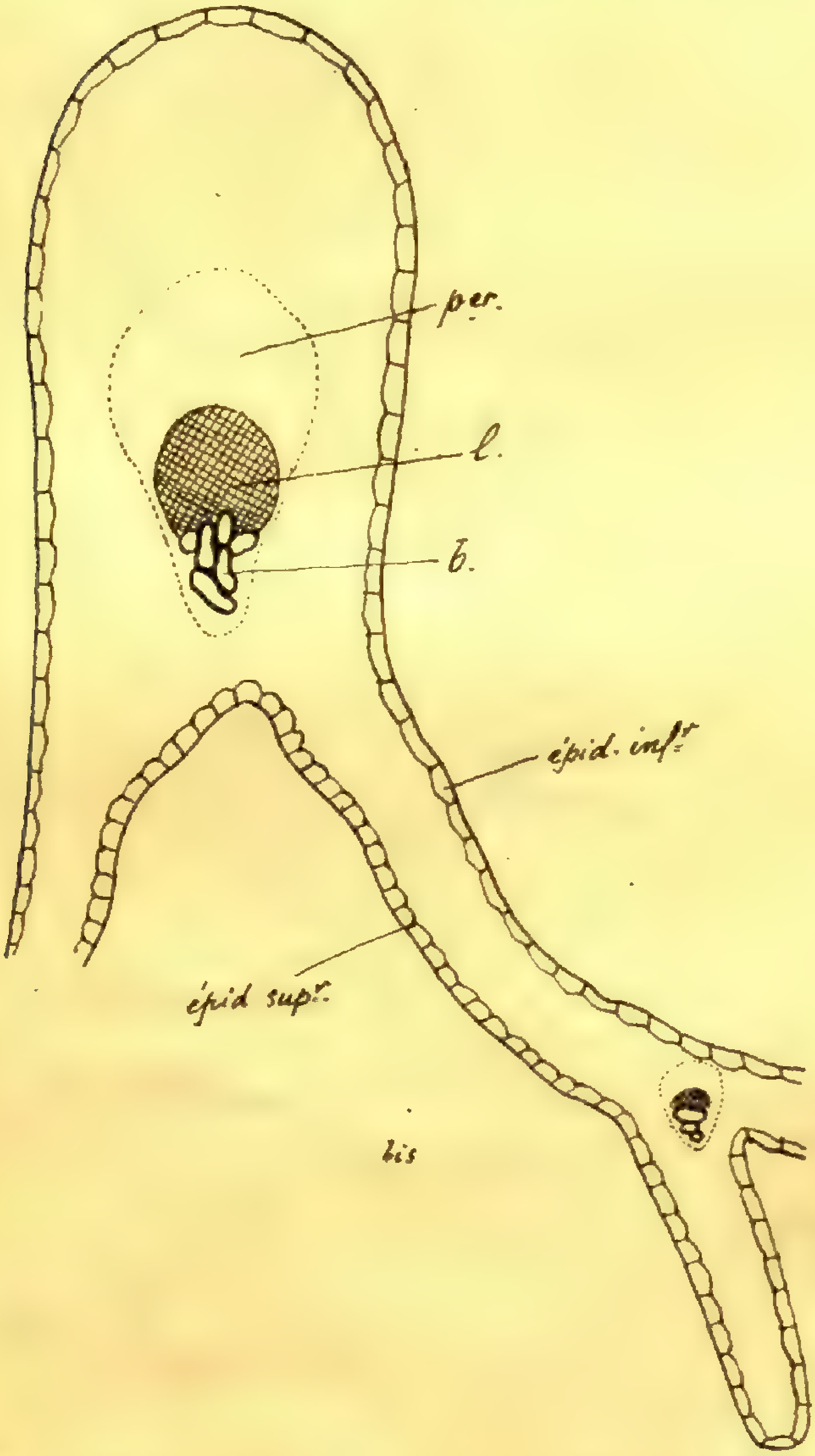


Fig. 10 bis. — Coupe transversale d'une feuille de *Pogonia Benschiana*.
l., liber; *b*; bois; *pér.*; péridesme

Quoi qu'il en soit ces grains d'amidon sont de petites dimensions. Les uns sont sphériques, de 8 μ 5 à 15 μ 5 de diamètre; les autres sont en bâtonnets de 17 μ de longueur sur 6 μ de largeur, quelquefois même de 68 μ de longueur. Ils se colorent bien par l'eau iodée.

Dans l'écorce, on constate, comme chez le *Pogonia Leguminosarum*, la présence de sucres non réducteurs.

Axe principal. L'axe principal est entouré à sa base d'une gaîne, qui lui forme près de son insertion une enveloppe continue. Cet axe, sectionné près du tubercule, nous offre les particularités suivantes :

Coupe ovalaire de 7^{mm} sur 5^{mm}. Ni émergences ni poils à la surface. Cylindre central 4 fois plus épais que l'écorce. Péricycle net.

Faisceaux libéro-ligneux disposés sur quatre cercles et augmentant de volume de la périphérie au centre. Dans la plupart, le bois est disposé en V à pointe interne. Le liber est plus abondant que le bois. D'une façon générale, les gros faisceaux sont trois fois plus longs que larges.

Longueur de la partie ligneuse : $0^{mm}125$
— libérienne : $0^{mm}160$

Il existe, en outre, un cercle de petits faisceaux libéro-ligneux dans l'écorce.

La *gaîne* a environ $0^{mm}430$ d'épaisseur. Sa structure est celle d'une feuille à parenchyme homogène. Il n'existe pas de crêtes foliaires; cependant, au niveau de certains faisceaux plus volumineux, l'épiderme inférieur accuse une légère saillie.

Sur une coupe transverse faite plus haut, c'est-à-dire plus près de l'inflorescence, la hampe florale présente quelques différences de structure. L'écorce a diminué d'épaisseur, et l'on constate à la limite de l'écorce et du cylindre central la présence d'une ceinture de cellules lignifiées, rondes ou ovalaires, disposées en 3 ou 4 assises. Il n'existe plus de faisceaux libéro-ligneux dans l'écorce.

Feuille. La feuille porte des crêtes très accentuées aussi bien sur la face inférieure que sur la face supérieure (fig. 10 bis). Les nervures de la face inférieure forment une saillie régulièrement arrondie à son sommet, légèrement contractée à sa base, mesurant $1^{mm}200$ de hauteur, $0^{mm}400$ de largeur. L'épaisseur du limbe, en dehors des nervures, n'est que de $0^{mm}105$.

L'épiderme inférieur est constitué par des cellules aplaties tangentiellement, l'épiderme supérieur par des cellules aussi hautes que larges. Le faisceau libéro-ligneux de la nervure est d'assez grandes dimensions; le péridesme qui l'entoure est surtout épais au niveau du liber, tandis qu'il s'amincit vers la pointe.

Les crêtes de la face supérieure n'atteignent pas les dimensions des précédentes : $0^{mm}700$ de hauteur, $0^{mm}175$ de largeur à la base. En face de chacune, dans le mésophylle homogène, est un petit faisceau libéro-ligneux entouré aussi d'un abondant péridesme.

C) POGONIA SAKOÆ. — Les feuilles sont, comme dans l'espèce précédente, cordées à la base, arrondies latéralement, aiguës au sommet, mais avec un acumen plus brusque.

Le *stolon* a une écorce à peu près égale au cylindre central. Les faisceaux libéro-ligneux sont disposés en deux cercles concentriques. Le liber n'est jamais appliqué contre le bois, mais séparé de lui par un léger intervalle occupé par de petites cellules hexagonales. Ce stolon, à section circulaire ou subovalaire, ne porte jamais de productions épidermiques.

Le *tubercule* offre la structure déjà décrite, avec développement considérable du conjonctif du cylindre central. Les faisceaux libéro-ligneux sont en plus grand nombre que dans le *Pogonia Renschiana*. Les grains d'amidon sont semblables à ceux de cette même espèce. Les tubercules ont, en moyenne, 1 cm. de hauteur sur 15 à 18^{mm} de largeur.

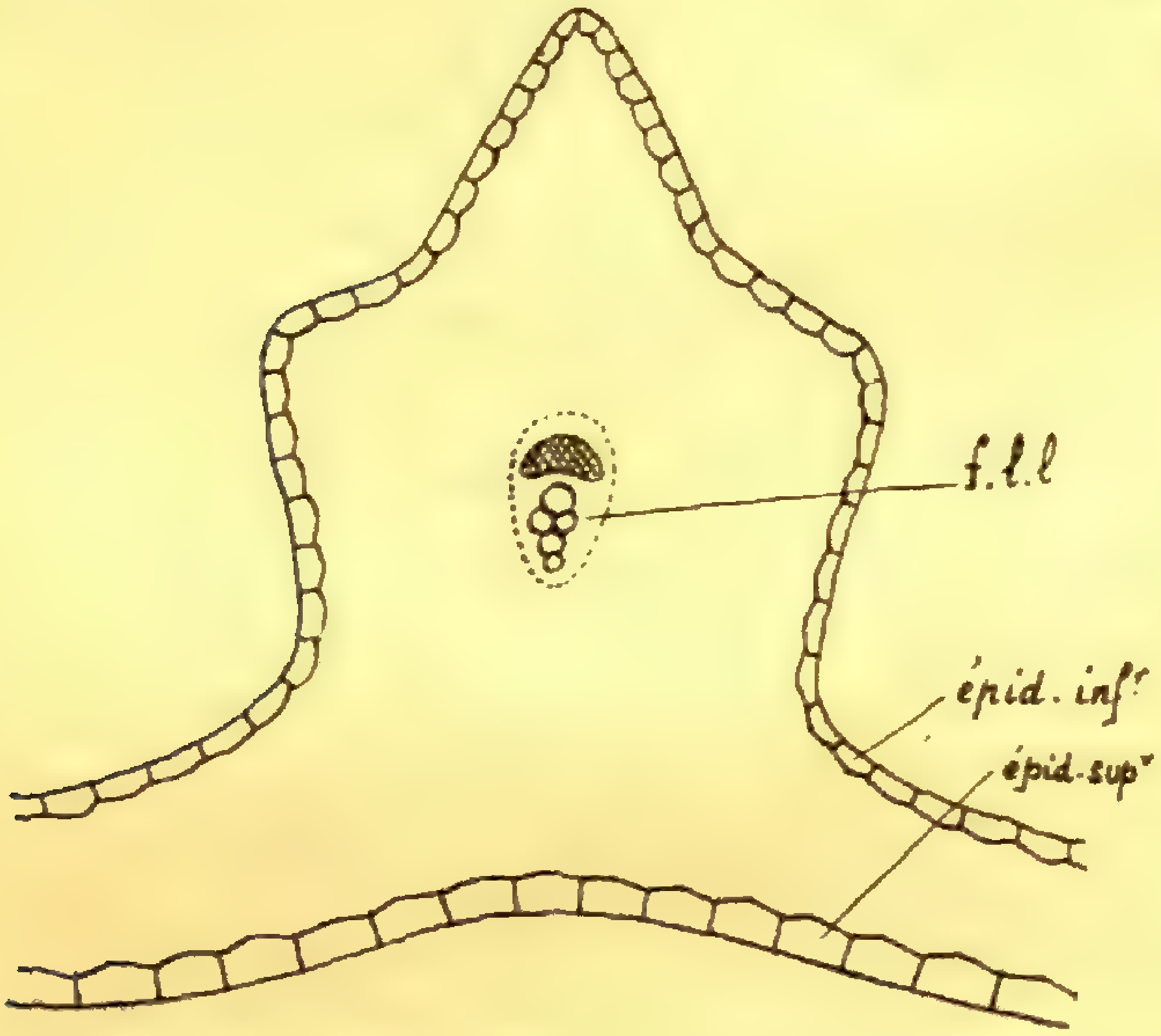


Fig. 11. — Coupe transversale d'une feuille de *Pogonia Sakoæ.*

La *hampe florale* diffère notablement de celle de *Pogonia Renschiana*. L'écorce est nettement plus épaisse; il n'y existe plus à sa limite interne d'assises lignifiées.

La *feuille* (fig. 11) n'offre de crêtes que sur la face inférieure. Ces crêtes, de $0^{mm}790$ de hauteur, ont à la base $0^{mm}700$ de largeur. Près de leur extrémité, elle se contractent brusquement, et se terminent par un sommet aigu, sans étranglement. Le faisceau libéro-ligneux se trouve à peu près au milieu de la crête.

D) Pogonia lanceolata. — Nous avons dit que nous ne connaissions que la feuille de cette espèce, dont le nom est provisoire. Cette feuille est ovale, arrondie à la base, graduellement rétrécie depuis le milieu de la hauteur jusqu'au sommet, qui est aigü, mais à peine acuminé.

Anatomiquement elle a des caractères qui la distinguent nettement des autres espèces. Sa face inférieure est garnie de crêtes de 0mm850 de hauteur, qui, contractées d'abord à la base, se dilatent ensuite pour se terminer par un sommet très acuminé. Le faisceau libéro-ligneux, situé près de la base, est enveloppé d'un péridesme très puissant du côté de la face inférieure (fig. 12).

L'épiderme supérieur, formé de grandes cellules aplaties, recouvre, mais en diminuant de volume, des crêtes relativement petites de 0mm260, à la base desquelles on remarque un faisceau libéro-ligneux réduit.

Nous avons pu aussi couper transversalement un *stolon*. Ce stolon, de 1mm300 de diamètre environ, a une écorce un peu plus épaisse que le cylindre central, assez semblable en cela au *Pogonia Leguminosarum*. Il est pourvu aussi d'émergences pilifères d'origine corticale. Les faisceaux libéro-ligneux sont au nombre de 7 à 8, disposés sur un seul cercle dans le cylindre central.

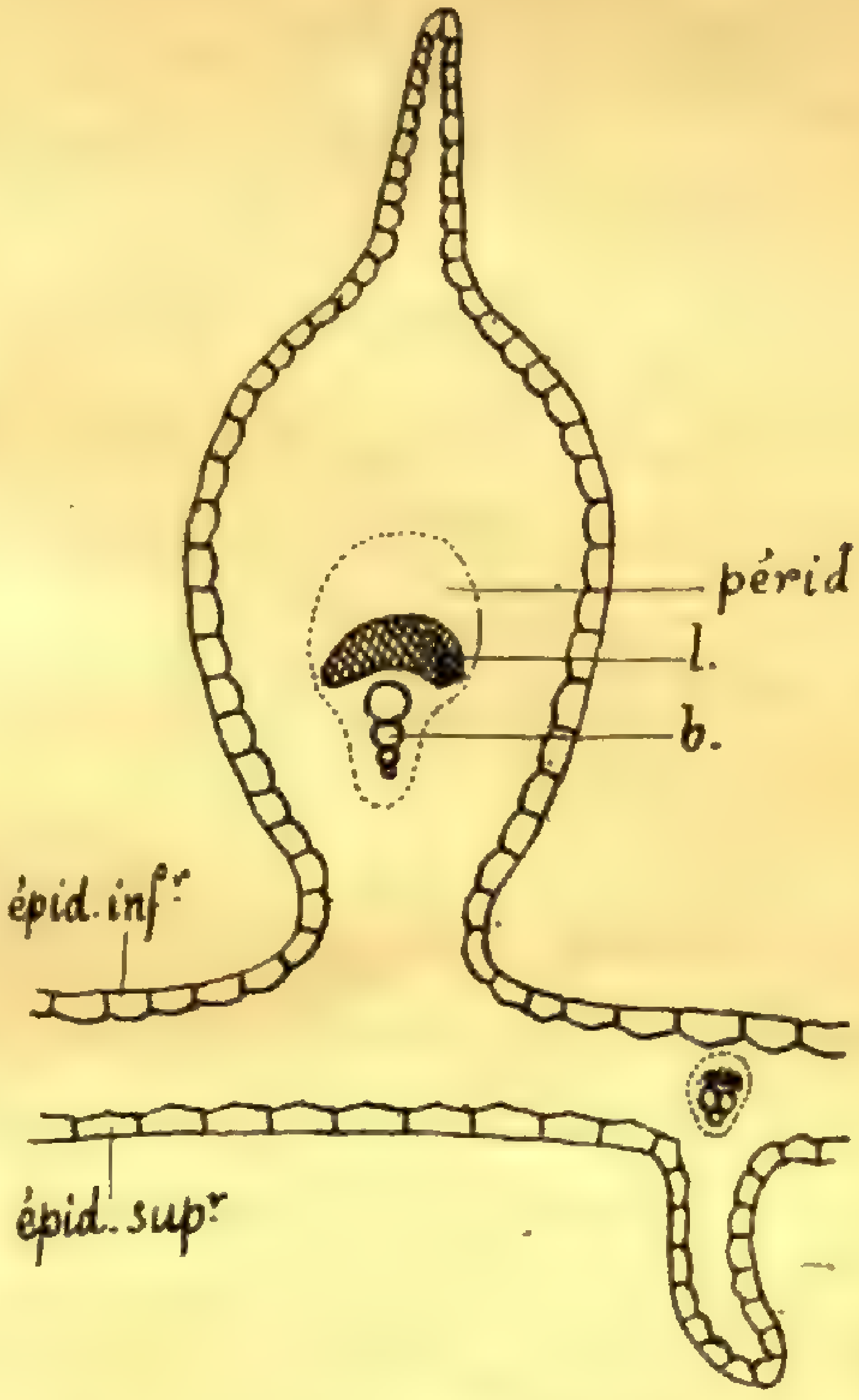


Fig. 12. — Coupe transversale d'une feuille de *Pogonia lanceolata*.
l., liber; *b.*, bois; *périd.*, péridesme.

CONCLUSIONS

En résumé, les cinq espèces de Pogonia malgaches que nous venons d'étudier présentent entre elles des caractères communs et des caractères distinctifs.

Comme *caractères communs*, nous signalerons tout d'abord le mode de développement qui est le même chez toutes les espèces, sauf peut-être chez le *Pogonia Leguminosarum* où le rejet naît non pas sur la branche foliaire elle-même, mais un peu au-dessous, sur l'axe principal.

L'épaississement du tubercule porte toujours sur le conjonctif du cylindre central, et quelque peu sur l'écorce du stolon.

Comme *caractères distinctifs*, nous relèverons quelques détails de structure : présence d'émergences avec poils dans le stolon du *Pogonia Leguminosarum*, de poils sans émergences dans le stolon du *Pogonia Renschiana*, absence de poils et d'émergences dans le stolon du *Pogonia Sakoæ*.

La hampe florale du *Pogonia Renschiana* nous offre un cercle de cellules lignifiées à la limite de l'écorce et du cylindre central, cercle qui n'existe pas dans les autres espèces.

Mais c'est surtout dans la forme des crêtes foliaires que résident les vrais caractères distinctifs, ainsi que l'indique le tableau suivant :

P. Leguminosarum	face inférieure : crêtes avec étranglement au sommet. face supérieure : poils unicellulaires.
P. Renschiana	face inférieure : crêtes très développées, massives, sans étranglement. face supérieure : crêtes petites et étroites.
P. Thouarsii	face inférieure : crêtes très peu accusées. face supérieure : crêtes étalées en plateau.
P. Sakoæ	face inférieure : grandes crêtes à base large et à sommet aigu. face supérieure : pas de crêtes.
P. lanceolata	face inférieure : grandes crêtes à base contractée et à sommet très aigu. face supérieure : petites crêtes légèrement aiguës.

Nous répétons, d'ailleurs, que la dernière de ces cinq espèces n'est que provisoirement créée, et ne l'est précisément que par les caractères anatomiques de sa feuille, puisque les fleurs sont encore inconnues.

CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES

Par M. Henry PÉNAU

(Suite)

CHAPITRE IV

CYTOLOGIE D'ENDOMYCES ALBICANS

(FORMES FILAMENTEUSES)

INTRODUCTION

Dans l'étude de la forme levure, nous nous étions attaché à décrire la cytologie d'*Endomyces*, après culture de cet organisme sur des substrata naturels particulièrement riches. La présence d'une triple formation cytoplasmique comprenant, pour chaque cellule, un noyau, des corpuscules métachromatiques compris dans une vacuole, et un réticulum basophile parfaitement net, nous a engagé à poursuivre cette étude.

Nous nous sommes alors demandé si la formation sidérophile ne résultait pas simplement d'une accumulation, dans la cellule, de substances de réserve, sous l'influence de conditions eutrophiques particulières; conditions qui pourraient ne pas être réalisées en cultivant cet organisme sur des milieux différents. Il est en effet classique d'admettre que les formes filamenteuses apparaissent lorsque les milieux nutritifs sont moins riches, ou qu'ils renferment des hydrates de carbone moins bien utilisés par le champignon. Ceci étant posé, nous avons voulu savoir si, dans ces nouvelles conditions biologiques, moins favorables, les corpuscules métachromatiques et la formation basophile subsisteraient dans la cellule. Le réticulum n'y ferait-il pas comme dans les levures, une courte apparition, pour disparaître ensuite, ainsi que l'ont démontré Janssens et Leblanc? c'est ce que nous allons étudier.

SUBSTRATA

Les cultures sur pommes de terre fournissent, à côté de nombreuses formes levures, quelques rares formes filamenteuses, mais ces derniers aspects morphologiques se trouvent en plus grand nombre sur les milieux saccharosés, gélosés, précédemment décrits.

TECHNIQUES

Nous nous sommes servi, dans cette étude, des mêmes procédés de fixation et de coloration qui nous ont donné de si bonnes préparations au cours de nos précédentes recherches sur les formes levures d'*Endomyces*. Nous allons étudier successivement les différents aspects observés dans ces formes filamenteuses qui présentent, comme nous le verrons ultérieurement, les mêmes formations cytoplasmiques que celles décrites dans les formes oïdiennes du muguet.

Colorations vitales. — Les colorations au rouge neutre mettent en évidence, au deuxième jour du développement, des granulations qui fixent avec avidité ce colorant. La distribution de ces corpuscules dans les cellules est très variable. En général, circulaires et nets, ils se détachent sur le fond incolore de la cellule, qui apparaît parfaitement homogène et dépourvu de structure. Les granulations érythrophiles affectent, tantôt un aspect moniliforme, tantôt elles sont échelonnées sur toute la longueur du filament, les granulations polaires, plus volumineuses, occupant la largeur de l'élément. A ce stade, il est parfois possible, mais plus rarement, d'observer des cellules munies de vacuoles et présentant des corpuscules métachromatiques, sous forme de calotte d'ellipsoïde, situés aux pôles de la vacuole, intimement adossés à la limite vacuolaire et inclus dans cette alvéole. Enfin, dans un certain nombre d'éléments, un corpuscule réfringent, non coloré, et un seul par filament pourrait figurer le noyau.

La multiplication de ces corpuscules érythrophiles paraît se faire très simplement. Il ne semble pas qu'il y ait un véritable étirement du corpuscule mère, qui conserve toujours sa forme sphéroïde, mais de sa masse paraît sourdre une petite granulation qui se détache ensuite, s'éloigne de l'organite maternel et grossit rapidement pour son propre compte.

Au quatrième jour du développement, la vacuole apparaît dans tous les éléments. Dans cette vacuole, faiblement teintée en rose, on aperçoit des granulations érythrophiles agitées de trémulations browniennes, ou bien des corpuscules polaires et en calottes analogues à ceux décrits ci-dessus. Dans tous les éléments apparaît également le noyau, incolore, en rapport avec la vacuole à grains de volutine.

Cet aspect ne tarde pas cependant à se modifier; au sixième-septième jour les vacuoles se montrent plus fortement teintées en rouge, et ne renferment plus de corpuscules métachromatiques. Cette disparition des grains rouges correspond à une diminution de l'activité cellulaire. En revanche, on voit apparaître, dans le cytoplasme, des granules réfringents, multiples, et certainement de nature extranucléaire, puisque les préparations fixées et colorées par les teintures basiques ne décèlent que rarement la présence de filaments multinucléés.

Coloration après fixation. — Si les colorations vitales sont susceptibles de donner quelques indications sur la nature du contenu cellulaire, les résultats qu'elles fournissent sont relatifs et incomplets. Pour ce qui a trait aux corpuscules métachromatiques, nous avons vu que dans les filaments très jeunes, au premier et deuxième jour du développement, la vacuole dans laquelle se trouvaient inclus ces corpuscules échappe à l'observation par suite de la densité du cytoplasme à cet état, tandis que les préparations fixées et colorées mettent en évidence, avec précision, une vacuole ou un système vacuolaire. En ce qui concerne le noyau, cet organite n'est pas visible dans tous les éléments. D'autre part, il apparaît sous forme d'une tache réfringente et homogène, caractère qui pourrait aussi bien appartenir à un corpuscule lipoïdique. Enfin, fait plus grave, la structure du cytoplasme échappe à l'observateur, la présence du réticulum basophile n'est même pas soupçonnée, ce qui tient sans doute à ce fait, que la réfringence des granules basophiles est très voisine de la réfringence cytoplasmique. Nous ne saurions donc trop nous élever contre la mauvaise habitude qu'ont certains observateurs de s'adresser uniquement aux colorations vitales dans l'étude du contenu cellulaire des microorganismes; méthode par trop simpliste qui est la source d'erreurs grossières. Lorsqu'il s'agit d'organismes à morphologie interne aussi complexe, il est de toute nécessité de faire usage de nombreux fixateurs et colorants et de comparer les indications qu'ils peuvent fournir. Nous ne voulons pas méconnaître l'utilité des colorations vitales, mais ellés ne doivent pas, à notre avis, constituer une méthode essentielle, absolue, primordiale, mais seulement secondaire et adjuvante, l'exemple ci-dessus le prouve très nettement.

NOYAU

Le noyau présente les mêmes caractères morphologiques que ceux décrits dans les formes levures du muguet, à savoir : noyau vésiculeux très simple comportant un caryoplasme limité par une membrane nucléaire. Dans le caryoplasme, un seul caryosome, généralement situé au centre de la vésicule nucléaire, mais parfois aussi, disposé excentriquement. Ce noyau peut aussi se présenter sous la forme d'un corpuscule plein, dense, homogène, ce qui tient sans doute à une différenciation insuffisante des préparations dans les liquides de régression.

Le noyau, est, en général, en contact intime avec la vacuole. Il peut également être localisé au centre du filament entre deux vacuoles ou systèmes vacuolaires, qui occupent alors les extrémités de l'élément. Nous pensons d'ailleurs, que la position de cet organite n'est pas immuablement fixée dans la cellule, il évolue dans le cytoplasme, et ses mutations sont évidemment en rapport avec les phénomènes de division cellulaire; dans les cellules en voie de fragmentation scissipare, cet organite occupe en effet le milieu de l'élément, tandis que dans les filaments qui sont sur le point de bourgeonner, le noyau occupe au contraire l'un des pôles de la cellule, au voisinage du jeune bourgeon qui a pris naissance, se transportant ainsi à l'endroit de l'organisme où siège l'activité maxima.

Les observations suivantes semblent d'ailleurs démontrer péremptoirement le rôle puissamment trophique que joue le noyau dans la cellule d'*Endomyces.* Dans les préparations colorées à l'hématoxyline ferrique, il est à peu près impossible de repérer la position de cet organite, lorsque l'on tient à mettre en évidence, simultanément, le réticulum sidérophile, ce qui oblige à ne pas pousser les régressions. C'est qu'en effet, le noyau se trouve masqué par un agglomérat de granulations basophiles appartenant au réticulum, ou par la morula basophile elle-même, lorsque l'expansion de cet amas muriforme ne s'est pas encore effectué. Ce qui donne de la force à cette conception, c'est qu'il est parfois possible de retrouver noyau et réticulum sur les préparations fixées à l'alcool et colorées au bleu de Unna. On sait que dans ces conditions, il se produit, sous l'action du stabilisateur, une véritable rétraction portant avec élection sur le réticulum, ce qui permet de découvrir l'organite nucléaire, dont la couleur bleue se différencie aisément de celle de la formation basophile qui présente dans ces conditions une métachromasie rouge, très nette. Ainsi donc, dans les conditions normales de fixation (Bouin, Perenyi) et de coloration à l'hématoxyline au fer, le noyau échappe. Il peut être masqué par deux raisons : soit qu'il se confonde avec un grain du reticulum basophile, soit qu'il se trouve caché par un conglomérat de ces granulations. D'après les nombreuses observations auxquelles nous nous sommes livré pour éclaircir ce dernier point. il nous semble que la dernière hypothèse rend mieux compte des faits. C'est que les formes purement réticulées, dans lesquelles la cellule est parcourue par un système de granulations basophiles, parfaitement indépendantes, distinctes et individualisées, réunies par des tractus grêles sont rares. Presque toujours, il est possible de noter, en dehors d'un réseau plus ou moins épanoui, un amas souche granuleux, d'importance variable, qui masque le noyau, comme si cet organite avait, entre autres fonctions, celle de présider à l'élaboration de la formation basophile.

La division nucléaire très simple a été longuement étudiée dans les formes levures. Evagination de la vésicule caryoplasmique dans le cytoplasme, allongement du caryosome qui devient claviculaire, puis se rompt par étirement, membrane et caryoplasme suivant le caryosome dans ce processus, enfin, individualisation des noyaux fils. La division cellulaire consécutive peut être égale, auquel cas le filament se scinde transversalement (division, scissipare) ou inégale, et alors le filament se sépare du bourgeon (Division bourgeonnante).

CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES

Les préparations au bleu polychrome après fixation au Bouin, mettent en évidence ces corpuscules avec une netteté particulière. Les résultats du même ordre sont obtenus avec l'hématéine, mais alors qu'avec la solution de Unna les noyaux n'étaient que peu ou pas colorés, avec l'hématéine, au contraire, ils apparaissent parfaitement définis. Dans les préparations au septième jour du développement, les corpuscules métachromatiques sont rares, ce qui est bien en accord avec l'hypothèse qui fait de ces granulations des substances de réserve, fonction d'une hyperactivité cellulaire. En fait, la prolifération sur les milieux gélosés demeure strictement limitée à la strie d'ensemencement, cependant que le développement atteint son maximum pour demeurer ensuite sensiblement stationnaire (troisième jour de culture). A partir de ce moment, le métabolisme cellulaire se ralentit, les phénomènes de prolifération se raréfient, l'activité de l'élément décroît; il utilise ses réserves de métachromatine, qui disparaissent.

FORMATION BASOPHILE

Le polymorphisme de cette formation cytologique est encore plus important ici que dans les formes levures, puisque sur notre milieu gélosé apparaissent en outre, tous les aspects compris entre l'oïdie et le filament. Nous ferons la même remarque que précédemment relativement à l'action de l'alcool comme fixateur; action brutale qui amène, comme nous l'avons déjà dit, d'importantes modifications dans la structure de la cellule (rétraction du réticulum basophile et projection des corpuscules métachromatiques en dehors des vacuoles). Ces réserves faites, le réticulum apparaît avec une netteté incomparable après les fixations ordinaires par le Bouin, le Perenyi, le fixateur acétoformique et les colorations à l'hématoxyline au fer. Le violet de gentiane met également en évidence ces granulations, mais sous un aspect plus condensé qu'après emploi de la laque ferrique, puisque cette teinture d'aniline ne donne de résultats satisfaisants qu'après emploi de l'alcool comme fixateur. D'autre part, elle ne colore pas les tractus reliant ces granulations.

A l'origine, la formation basophile, masse sphéroïde puis muriforme projette contre la paroi cellulosique un petit granule, puis deux, qui sont toujours réunis, par de fins trabécules, à la colonie granuleuse originelle; souvent aussi, cette morula initiale émet simultanément et de tous les côtés à la fois, un ensemble de grains identiques, ce qui explique la structure radiée du réseau dans certaines formes subfilamenteuses. Parfois, en avant-coureurs, elle dépêche aux extrémités de la cellule un ou plusieurs granules qui restent reliés à la masse basophile par de fins tractus; puis l'épanouissement de la morula sidérophile s'effectue de proche en proche, pour aboutir à la formation d'un réticulum d'allure et de forme caractéristiques présentant dans son ensemble un aspect tantôt radié, tantôt scalariforme. Dans les éléments très jeunes, les grains sont excessivement serrés et disposés aux extrémités des branches d'un réseau figurant une cyme florale ou une arête de poisson. Enfin, dans la plupart des cellules, la formation initiale subsiste sous forme d'un conglomérat qui masque le noyau ainsi que nous l'avons déjà dit.

Comment va se comporter cette formation au moment de la division cellulaire? Pour ce qui a trait aux filaments qui bourgeonnent, on voit sourdre de la masse basophile un petit granule basophile qui s'éloigne de la colonie originelle, tout en restant relié à elle, par un fin pédicule. Quant à la division par scissiparité, il nous semble qu'on assiste dans ce cas à une véritable régression morphologique qui aboutit au type muriforme primitif. Ce stade précédant la division cellulaire.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DES BACTÉRIES

INTRODUCTION

L'étude structurale des Bactéries a été entreprise par un grand nombre d'observateurs, mais de toutes les hypothèses qui ont été formulées, il y en a peu qui aient donné, jusqu'à présent, des résultats définitivement acquis à la science. La difficulté de cette étude réside en ce fait que les Bactéries constituent des organismes de très petite taille, et par suite d'observation très délicate. Malgré la simplicité de leur morphologie externe, les Bacilles comportent une structure compliquée, comme nous le verrons par la suite, puisqu'ils cumulent dans le cytoplasme à un stade déterminé de leur développement, trois formations protoplasmiques comprenant un noyau plus ou moins défini, des corpuscules métachromatiques et un réticulum basophile diffus. A d'autres stades, les corpuscules métachromatiques apparaissent seuls, tranchant nettement sur le fond dense et homogène du cytoplasme, tandis que le réticulum et le noyau ne sont pas visibles ou n'existent pas. Cette complexité dans l'évolution, jointe à la multiplicité des formations cytoplasmiques permet de saisir les contradictions nombreuses auxquelles sont parvenus les différents observateurs. Si nous ajoutons que parfois, ces études de Bactériocytologie ont été entreprises par des morphologistes, au lieu d'être poursuivies par des histologistes, on comprendra plus aisément les résultats parfois étranges qui ont été publiés. On ne saurait, d'autre part, trop insister sur ce fait, qu'il est difficile, sinon impossible, de diagnostiquer les trois formations cytoplasmiques désignées, et encore plus de suivre leur évolution par l'emploi d'un stabilisateur unique et d'une seule teinture nucléaire, ce qui est pourtant le cas le plus fréquent. Devant les résultats contradictoires obtenus par des observateurs consciencieux, opérant sur des Bacilles identiques, nous nous sommes proposé d'approfondir la structure de quelques Bactéries endosporées en nous servant des techniques qui nous avaient donné de si bons résultats dans l'étude d'*Endomyces albicans*.

L'étude des Bactéries endosporées est intéressante à un autre point de vue, car elle pourrait mettre les cytologistes sur la voie d'une classification rationnelle de ces organismes. Les Bactéries constituent en effet une classe à part en Systématique. En se basant uniquement sur des similitudes morphologiques, on a sans doute pu délimiter dans cette grande classe : les Microcoques, les Bacilles et les Spirilles; mais cette classification, qui se base uniquement sur la forme extérieure des organismes, n'a d'autre valeur que d'aiguiller le chercheur dans la voie de ces délicates diagnoses. Encore faut-il qu'il soit guidé dans ses recherches par les propriétés bio-chimiques des Bacilles qu'il étudie. Existe-t-il, d'ailleurs, réellement un lien entre les Bacilles endosporés et les Bacilles asporés? Existe-t-il une certaine filiation entre les Asporés et les Spirilles, entre les Bacilles et les Cocci? question mystérieuse et toujours discutée. Peut-on retrouver des termes de passage entre certaines formes bacillaires subfilamenteuses ou mycobactéries et les *Oospora*? problème encore non résolu, étude délicate que les recherches cytologiques permettront peut-être d'élucider un jour.

CHAPITRE I

HISTORIQUE

Wager [60] (1891) décrit dans une bactérie isolée de l'eau, colorée par la fuschine, un noyau, avec membrane nucléaire, et deux caryosomes se divisant amitotiquement. A un certain stade, la division nucléaire se fait irrégulièrement, puis le noyau se fragmente en granules devenant épars dans le cytoplasme. Cette dissociation nucléaire précède la formation de la spore.

Protopopoff [48] (1891) observe dans une bactérie une ou plusieurs granulations que l'auteur assimile à des grains de chromatine, mais qui doivent être considérées comme des corpuscules métachromatiques.

Un peu plus tard (1892), Trambusti et Galéotti [57], étudiant un bacille isolé de l'eau, remarquent que dans le première partie de son existence, cet organisme possède un cytoplasme homogène et dense; plus tard, ils aperçoivent dans le corps cellulaire des tractus occupant l'axe longitudinal de la cellule et se résolvant en granule disposés à la périphérie des bâtonnets. Ces granules finissent par former trois sortes de couronnes moniliformes qui constituent les ébauches des spores futures.

A la même époque (1892), Sjôbring [52] observe dans *Bacillus anthracis* deux sortes de granulations : les unes nombreuses et périphériques, prenant avec avidité le magenta, les autres incluses dans des vacuoles fixant électivement le bleu de méthylène.

Dans cette même bactérie charbonneuse, Ilkewicz (1894) décrit dans les spores de cet organisme un noyau net, mis en évidence après des fixations à l'acide osmique et coloration au Kolossow.

Dans une série d'importantes recherches sur la cytologie des Cyanophycées et des Bactériacées, Bütschli [4] observe dans les *Beg-*

giatoa*, *Chromatium*, *Ophidiomonas et les Sulfobactéries de grande taille, l'existence d'un corps central occupant la presque totalité de l'élément, si bien que celui-ci se trouve constitué par un noyau volumineux, limité à la périphérie par une zone excessivement mince de protoplasme. Cette structure est à rapprocher, en certains points de celle qu'il observe dans les Cyanophycées. Ici également l'auteur met en évidence une partie centrale fixant électivement les colorants nucléaires et constituant un noyau rudimentaire de grande dimension (1891-1896-1902).

Meyer [12] (1897) observe dans ***Astasia asterospora*.** des noyaux qui doivent être considérés comme des corpuscules métachromatiques. Ce même auteur (1899), étudiant les ***Bacillus subtilis*** et ***tumescens*** le ***Granulobacter***, met en évidence, dans une oïdie adulte de ce dernier bacille, cinq noyaux vésiculeux, à côté de vacuoles graisseuses qui demeurent incolores. Au moment de la germination des spores les bâtonnets paraissent homogènes, présentent un ou deux noyaux de taille volumineuse qui aboutissent, après des divisions successives, à la formation d'une hexanucléose. La spore est également uninucléée tandis que le cytoplasme présente encore un noyau extrasporaire inutilisé.

Kunstler et Busquet [33] (1897) admettent que le corps central de Bütschli ne doit pas être considéré comme un noyau véritable, dont il ne présente pas les propriétés chromophiles. Ils interprètent les travaux du savant allemand en admettant que la partie centrale ne représente que du protoplasme plus coloré.

Vejdovsky [58] (1900), dans ***Bacterium gammari*.** colorant à la laque ferrique et au vert lumière, observe, au milieu de la cellule, une large zone de cytoplasme, au centre de laquelle se trouve le noyau. Les pôles de l'élément sont occupés par des vacuoles entrecoupées par des ponts cytoplasmiques; à la périphérie du bacille ce cytologiste met en évidence des corpuscules métachromatiques. Le noyau se divise par caryocinèse, avec plaque équatoriale et pseudo-centrosomes. Caullery et Mesnil s'élèvent contre la place occupée dans la systématique par le bacille de Vejdovsky et rangent cet organisme dans les Levures.

Poursuivant ses recherches, Vejdovsky [59] (1904) isole d'un Annélide, une bactérie filamenteuse. Les articles terminaux paraissent dépourvus de noyaux. Au repos, on constate une série de vacuoles séparées par des travées plus ou moins granuleuses, que Vejdovsky assimile à des plaques polaires de mitose. Rarement, l'auteur observe une masse nucléaire unique, circulaire et morphologiquement définie. Dans les cellules plus âgées, le noyau est remplacé par un système chromidial.

Kunstler [34] (1900) poursuivant ses recherches, suit le développement des spores de ***Bacteriodomonas sporifera***. Au début du développement, ces organites ont l'aspect d'un noyau indéniable, puisqu'ils sont doués des mêmes propriétés chromophiles. Dans une deuxième période, pendant laquelle les phénomènes vitaux se ralentissent, le corps de la spore est contracté, devient réfringent, ses réactions micro-chimiques ne sont plus constatables.

Nakanischi [44] (1901), colorant au bleu de méthylène B. B. des staphylocoques, les bacilles de la peste ou du charbon, le *B. Subtilis* et le *Tuberculosis*, le *prodigiosus* et le *Megatherium*, observe dans toutes les Bactéries jeunes un noyau bien caractérisé, se divisant par amitose et prenant avec avidité les colorants bleus.

Les dates 1902-1903 sont particulièrement importantes en ce qui concerne la cytologie des Bactériacées. Le grand protistologiste allemand Schaudinn [51] étudie *Bacillus Bütschlii*, isolé de la Blatte, et observe à l'état vivant cette grosse Bactérie, qui présente un cytoplasme alvéolaire avec de nombreuses granulations dans la trame.

Après des fixations au sublimé alcoolique et des colorations à la laque ferrique, Schaudinn met en évidence la même structure alvéolaire et des granulations chromatiques disposées aux nœuds du réticulum cytoplasmique. L'auteur n'observe pas de noyau, ou tout au moins il ne croit pas les observer. En réalité, *Bacillus Bütschlii*, au moment de la germination de la spore, présente un ou deux organites basophiles sous forme de petits granules polaires qui ne peuvent être mis en évidence que sur les préparations fixées et colorées. Ce sont là des caractères de noyau. Ces granules chromatiques disparaissent ultérieurement au cours du développement. Schaudinn ne se prononce pas sur leur nature.

Au moment de la division cellulaire, une cloison vivement chromatique apparaît au milieu de la cellule et qui se délamine transversalement.

La sporulation de cet organisme est intéressante. La cellule qui va sporuler est en effet le siège d'une division incomplète, par la formation d'une cloison transversale, transitoire, puisqu'elle se résorbe, sans qu'on puisse noter de scissiparité cellulaire. Schaudinn interprète ceci comme un acte sexuel dégénératif, une véritable autogamie, qui est le résultat de la fusion de deux gamètes identiques provenant du même élément. Il observe ensuite une véritable convergence de grains chromatiques vers les pôles de l'élément, en sorte qu'à ce stade, le noyau diffus se trouve remplacé par un noyau agrégé; celui-ci s'entoure d'une couche de cytoplasme, tandis qu'une membrane apparaît qui délimite le contenu de la spore.

Entre les deux spores polaires ainsi constituées, des grains de chromatine inutilisés subsistent sous forme d'un chapelet hélicoïdal; on aurait donc affaire dans *Bacillus Bütschlii*, à un véritable système chromidial diffus.

Dans un deuxième mémoire, Schaudinn étudie le *Bacillus sporonema.* A l'état jeune, le cytoplasme est alvéolaire, tandis que la trame est remplie de granulations réfringentes. La division cellulaire, scissipare s'effectue à partir d'une petite cloison transversale, qui est le siège d'une délamination qui partage l'élément. La spore se concrète au milieu du Bacille et se présente à l'état jeune sous forme d'une grosse granulation présentant une vive affinité pour les colorants chromatiques. Elle ne paraît pas être le résultat d'un agglomérat des granules basophiles nucléaires qui se retrouvent dans le cytoplasme après la formation de la spore.

Matruchot et Molliard [35] (1902) décrivent dans une algue verte *Stichococcus bacillaris*, des corpuscules métachromatiques inclus dans des vacuoles, et un noyau parfaitement net, se divisant par amitose. A certains stades, les auteurs signalent dans le cytoplasme des travées d'une substance basophile (qui semblerait résulter d'une transformation nucléaire) et qui ne sont pas visibles sur le vivant.

Hertwig [24-26] (1902), dans une série importante de recherches poursuivies chez les Protistes et dans *Actinospherium* en particulier, démontre que lorsque le noyau grandit et atteint une certaine dimension, cet organite se décharge d'une partie de sa chromatine, sous forme de granulations basophiles ou chromidies, afin que le rapport du noyau au protoplasme (kernplasmarelation) demeure constant. Les chromidies constituent donc un mécanisme régulateur des relations caryoplasmiques.

Federowitsch [15] (1902), étudiant les *Bacillus megatherium*, *pyocyaneus diphtericus*, colorant au violet de gentiane ou à la safranine, observe dans les Bactéries endosporées des granulations paraissant destinées à l'élaboration des spores. Chez les Bacilles asporées, l'auteur met en évidence des organites semblables, qu'il désigne sous le nom de spores élémentaires ou protospores, qui permettraient à la cellule de résister aux conditions défavorables du milieu extérieur. Ces granulations doivent être, d'après nous, assimilées aux corpuscules métachromatiques.

A la même année, Ernst [12], étudiant un grand nombre de Bacilles et de champignons, et en particulier les Bacilles du charbon et cyanogène, après des colorations vitales au rouge neutre ou au bleu de méthylène, met en évidence des granulations qui, tantôt prennent ces colorants, tantôt ne les prennent pas.

Caullery et Mesnil 6] fixant au Bouin, colorant à l'hématéine ou au bleu de Laveran, *Fœttingeria actiniarum*, décrivent dans cet organisme : 1° un noyau dense, en forme de fer à cheval et formé par un assemblage de grains chromatiques. Ce noyau évolue ultérieurement vers un système chromidial par épanouissement de la chromatine. Enfin, à certains stades, il est possible, comme dans les Opalines, de mettre en évidence des cellules multinucléées.

Preisz [47 bis] observe dans la Bactéridie charbonneuse des noyaux volumineux et sphériques, à côté de corpuscules métachromatiques situé dans des vacuoles acido-résistantes. La spore prend naissance aux dépens d'une masse protoplasmique renfermant un noyau. La partie centrale de cette préspore devient la spore proprement dite, tandis que la périphérie en devient l'enveloppe. L'auteur colore ces organismes au violet de gentiane aniliné, ou à la fuschine acide, et régresse dans l'acide sulfurique étendu.

A la même époque, 1904, Kunstler et Gineste [31] mettent en évidence dans un spirille, parasite de la Blatte, une sorte de vésicule nucléaire, présentant les caractères morphologiques du noyau de la Bactérie de Vejdovsky.

Karel Kruis et Rayman [30] (1904), fixant dans le vide sulfurique les *Bacillus mycoides*, *radicosus*, *oxalaticus*, *tumescens*, colorant à la laque ferrique et à la purpurine, décrivent dans les cellules jeunes, au début du développement, un noyau sous forme d'un granule assez volumineux et très coloré. Il est parfois possible d'observer deux granules très rapprochés rappelant dans leur disposition un stade diastroïde de mitose. Dans la suite du développement, cette formation s'efface, disparaît, et se trouve remplacée par une formation alvéolaire très nette.

Mencl [37] (1905), étudiant les eaux de la Moldau, décrit des espèces se rapprochant des *Cladothrix*, et décèle le noyau de ces organismes à l'aide d'une solution boracique de bleu polychrome. Cet organite se présente sous forme d'une granulation chromatique pleine, ou plus fréquemment sous forme d'une vésicule nucléaire, avec nucléoplasme et caryosome. La division nucléaire se fait par caryocinèse; parfois, le noyau affecte la forme d'un filament axial, parfois enfin, il se dissocie en un certain nombre de granulations, offrant l'allure et l'aspect d'un chromidium.

Un peu plus tard [38] (1907), sur trois Bactéries isolées de la Blatte, fixées au sublimé et au formol, colorées à l'hématoxyline au fer, Mencl décrit dans ces organismes un véritable noyau se divisant par un processus de mitose. L'auteur étudie minutieusement la formation des spores, précédée, en général, d'une division nucléaire et inégale. La spore unique et polaire s'empare de la plus grande partie de la chromatine libérée. L'autre partie constitue le noyau du filament restant, qui continue à vivre.

Dans une autre série de recherches, Mencl [39] répond à Guilliermond au sujet des cloisons transversales signalées par cet auteur dans *Bacillus radicosus*. Il admet que les Bactéries constituent des organismes excessivement polymorphes, puisqu'elles peuvent présenter tantôt un noyau unique, se divisant par mitose ou amitose, tantôt une spirale chromatique, parfois enfin un réticulum basophile diffus, épars dans le cytoplasme. Enfin, l'auteur (1910) décèle dans les Microcoques et les Sarcines, à l'aide de colorations vitales de bleu polychrome, au centre de la cellule, un véritable noyau entouré d'une zone hyaline.

Guilliermond [18-22], devant l'incertitude des résultats généralement obtenus, et après une série importante de recherches sur la cytologie des Cyanophycées (1905), fixant à l'alcool, au formol, au Lavdowsky, au Lenkossek, au Zenker et au Perenyi, colorant au bleu de Unna à l'hémalum et surtout au bleu de crésyl B. B. (en ce qui concerne les grains de volutine), à l'hématoxyline au fer, à la safranine et au bleu Borrel, pour ce qui a trait au système nucléaire, cet auteur met en évidence dans les ***Bacillus radicosus***, ***mycoides megatherium***, des corpuscules métachromatiques, et des poches de glycogène, visibles en particulier sur les organismes végétant sur carotte et pomme de terre, où elles occupent les pôles de la cellule. Pendant les premières heures du développement, les Bactéries se colorent uniformément et sans grande différenciation. Les cloisons transversales qui précèdent la scissiparité cellulaire se forment au dépens de deux granules latéraux qui fixent avec avidité la laque ferrique, et ressemblent à s'y méprendre à des noyaux. Vers la huitième heure du développement, la cellule présente une belle structure alvéolaire, formée par un réticulum basophile, aux nœuds duquel apparaissent des grains colorables, fixant avec avidité les teintures nucléaires. La spore se forme en englobant seulement une partie de ces granulations qui servent à son édification. Quand cette spore a atteint une certaine dimension, elle s'entoure d'une membrane qui fait obstacle à la pénétration ultérieure des colorants. Tandis que les corpuscules métachromatiques non englobés demeurent dans le cytoplasme. Au point de vue systématique, Guilliermond range les Bactéries endosporées dans un groupement à part, homogène et parfaitement individualisé.

Gonder [17] (1905), étudiant *Opalinopsis* et *Chromidina*, parasites des Céphalopodes, décrit chez ces organismes un système nucléaire qui peut passer par tous les stades, depuis celui d'une masse chromatique, occupant le centre de la cellule, jusqu'à un réticulum plus ou moins pelotonné, en passant par un stade où la chromatine diffuse et fragmentée se trouve éparse dans le cytoplasme.

Calkins [5] (1905) met en évidence dans *Amœba proteus*, au premier stade du développement, un noyau unique, se divisant un grand nombre de fois, tandis que les noyaux secondaires qui ont pris naissance sont à leur tour le siège d'une véritable fragmentation, d'où l'apparition d'une phase chromidiale.

Bosc [3] à la même époque, observe chez les Trypanosomes des formes nucléaires parfaitement définies. Cependant, à un certain stade de l'évolution, il est possible de noter dans le cytoplasme des granulations issues du noyau, et représentant des chromidies émises par cet organite, qui se déleste ainsi d'une partie de sa chromatine. Ce noyau peut, lui-même, passer par toutes les formes, depuis celle d'un véritable noyau vésiculeux jusqu'à un chromidium, résultant d'une véritable caryolyse avec dissémination des grains dans le cytoplasme.

En 1906, Perrin [45], étudiant la structure de *Tripanosoma Balbiani*, constate un noyau bien développé, sous forme d'une bande spiralée s'étendant d'un bout à l'autre de la cellule. Au moment de la division, cet organite hélicoïdal se rassemble au milieu de l'organisme, sous forme d'un filament homogène et continu, véritable tractus parcourant l'élément d'un pôle à l'autre. Cette tige nucléaire subit, à un certain stade de l'évolution, une véritable segmentation avec formation d'une soixantaine de chromosomes. Après la division cellulaire longitudinale, la formation chromidiale reprend sa structure spiralée.

Swellengrebel [55-54] (1906) étudie la cytologie de *Bacillus maximus buccalis*. Fixant au formol, colorant à la laque ferrique, ou Giemsa, ce savant met en évidence, dans la cellule, une sorte d'hélice ou de ligne brisée, à points nodaux assez fortement colorables. La division longitudinale de cet organisme s'effectue par une véritable délamination de la bande spiralée. Les deux bandes filles glissent l'une sur l'autre, puis se séparent. Les cloisons transversales délimitant deux organismes consécutifs sont très chromatiques. A certains stades, les Bacilles présentent un cytoplasme alvéolaire, sans qu'on puisse distinguer de système réticulé. Sw. conclut à un système chromidial, comparable à celui décrit dans *Fœllingeria*. Poursuivant ses recherches cytologiques, l'auteur retrouve dans certains Spirilles et Spirochètes en particulier dans *Spirillum giganteum* et *Spirochæta Balbiani*, la même structure que dans *Bacillus maximus buccalis*, à savoir : substances nucléaires disposées en spirale et situées à la périphérie de la cellule. Le filament hélicoïdal se différencie en filament achromatique portant à ses nœuds des granulations chromatiques. Le Spirille se divise longitudinalement comme dans le Bacille isolé de la bouche. Cependant à la suite de recherches de Guilliermond, Swellengrebel abandonne son hypothèse de spirale chromatique et admet pour *Bacillus maximus buccalis* une véritable structure cytoplasmique alvéolaire, avec des granulations de chromatine disséminées dans la trame cytoplasmique. Poursuivant ses recherches, l'auteur [56] retrouve dans *Sphærotilus natans*, 1908, tantôt une spirale chromatique, tantôt un corps central plus ou moins étoilé. L'auteur range cette Chlamydobactériacée entre les Cyanophycées et les Bactéries proprement dites.

Plus tard, il retrouve dans *Calothrix fusca* une Cyanophycée, une structure à peu près semblable. Il met en évidence un noyau de forme primitive assez bien définie, qui se fragmente ultérieurement en grains de chromatine, lesquels se répartissent dans le cytoplasme. Swellengrebel pense que cet organisme constituerait un terme de passage entre les Cyanophycées et les Bactéries. Cependant, tous les Bacilles ne présentent pas le même aspect. C'est ainsi que l'auteur [53] décrivant *Bacterium binucleatum* met d'accord les partisans de la théorie chromidiale et ceux de la théorie nucléaire, c'est-à-dire d'un noyau morphologiquement défini. Cet organisme présente deux noyaux bien délimités et nettement distincts des grains de volutine. A certains stades, les organites nucléaires deviennent diffus et forment un filament spiralé, véritable système chromidial semblable à celui décrit par l'auteur dans les Spirilles qu'il a étudiés.

Fantham [13] 1907, dans *Piroplasma bigeminium* met en évidence la complexité de l'appareil nucléaire dans cet organisme. Quelquefois constitué par une masse unique, il est le plus souvent formé de deux masses chromatiques inégales. Fantham réserve à la plus grosse le nom de noyau, à la plus petite le nom de blépharoplaste. Il signale enfin de la chromatine diffuse donnant l'impression d'un réticulum chromidial et se demande s'il ne devrait pas y voir une distinction en idio et trophochromidies.

Zettnow [61], reprenant l'étude cytologique de *Spirillum volutans* observé par Guilliermond ne retrouve pas dans cet organisme le filament spiralé écrit par Swellengrebel, mais aperçoit une grande quantité de chromidies éparses dans le cytoplasme alvéolaire.

Rudzicka [49-50] (1903-1904-1908), dans une importante série de recherches sur la structure des Bactériacées, décrit dans ***Bacillus anthracis***, après coloration à la fuschine vert de méthyle, un noyau sans membrane, en tous points comparable à celui des Métazoaires. L'auteur se sert également, dans le but d'élucider la nature de certaines granulations, de digestions gastriques qui dissolvent certains granules de nature extra-nucléaire, en sorte que cet auteur considère la cellule bactérienne comme une sorte de noyau libre dont le réseau constituerait une charpente de linine, tandis que les grains colorés devraient être homologués à des granulations de chromatine. Continuant ses travaux, Rudzicka observe dans *Bacillus nitri* une structure alvéolaire et des grains chromatiques aux nœuds de la trame. La spore naît sous forme d'un gros grain qui ressemble à un noyau et présente les caractères de la chromatine.

Popoff [47] (1908) vérifie dans *Frontonia stylonichia* l'hypothèse de Hertwig relative à la Kernplasmarelation. Il s'élève contre ceux qui tendent à considérer la cellule sexuelle de Métazoaires comme douée de propriétés spéciales. Les phénomènes de maturation doivent s'interpréter comme des phénomènes de dépression, d'où l'émission de chromidies signalée, qui constitue un mécanisme régulateur du rapport P/K.

A la même époque Petschenko [46] décrit dans *Bacillopsis stylopigæ*, parasite de la Blatte, un noyau très net. Sa multiplication s'effectue par bourgeonnement, sans qu'on puisse voir comment s'effectue ce processus. Il est probable, que la chromatine diffuse du noyau paternel et se dirige dans le bourgeon. C'est au dépens de cette chromatine, que s'édifiera le noyau de la future jeune cellule. L'auteur décrit des formes binucléées et voit à certains stades cet organite évoluer vers un chromidium. Petschenko signale dans la cellule des corpuscules métachromatiques et pense que ce Bacille pourrait être rangé parmi les champignons.

Meyer [41] (1908), fixant au Flemming ou à l'eau bouillante, colorant à l'hématoxyline au fer, *Bacillus Pastorianus*, observe au milieu de la spore jeune, un petit granule fortement coloré, entouré d'une zone hyaline et que l'auteur considère comme un noyau. Le cytoplasme de la spore est alvéolaire. L'organite nucléaire ne saurait être confondu avec de la graisse puisque celle-ci n'existe pas, ni avec des grains de volutine, car ces granulations ne résistent pas à l'action de l'acide sulfurique étendu, tandis que les noyaux subsistent dans ce cas.

Dobbel [10], reprenant les recherches de Gonder, sur *Opalinopsis* et *Chromidina*, démontre qu'il existe dans la cellule deux sortes de granulations : les unes, véritables inclusions cytoplasmiques alimentaires, sont colorables par le rouge neutre ; les autres sont englobées dans un réticulum de plastine et sont de nature chromatinienne. On a donc affaire ici à un véritable noyau diffus. Quant au polymorphisme nucléaire décrit par Gonder, Dobbel démontre qu'il est le résultat d'une technique vicieuse.

Dans des recherches sur les Bactéries parasites du tube intestinal de crapauds, fixant au formol, colorant au Giemsa ou à la laque ferrique, Dobbel [8-9] décrit dans les cellules de ***Bacillus Spirogyra*** une spirale chromatique, qu'il considère comme l'équivalent d'un noyau. Ce filament se renfle à l'une de ses extrémités pour constituer l'ébauche de la spore future. Les cellules qui sporulent sont toujours plus courtes que les autres, ce qui tient à ce fait que la scissiparité cellulaire, au lieu d'être ébauchée comme dans ***Bacillus Bütschlii***, est complète dans ce cas.

Dobbel (1908), reprenant ses recherches, constate dans le cytoplasme de *Bacillus flexilis*, des granulations qu'il assimile à des grains de volutine. En tout cas, il existe dans la cellule un noyau diffus incontestable. La division transversale s'effectue par une constriction médiane. La formation des spores débute par une division incomplète, tandis que les granules de chromatine augmentent de taille et s'orientent de façon à constituer une ligne spiralée, analogue à celle observée dans *Bacillus maximus buccalis;* puis la chromatine se rassemble à l'une des extrémités de la cellule pour constituer la spore.. L'autre partie demeure inutilisée.

Amato [1] (1908), étudiant les Bacilles, de la pomme de terre, ***sublilis***, *mycoides*, colorant vitalement au brillant Kresylblau, note pendant les premières heures du développement un noyau volumineux qui, par pulvérisation, se résout en une multitude de grains chromatiques. Ceux-ci, après condensation, fourniront la spore. L'auteur croit voir dans *Spirillum volutans* plusieurs spores par cellule.

Dangeard [7] (1909) signale dans *Chromatium Okenii* un corps central sidérophile et safranophile, qui doit être homologué à celui décrit par Butschlii dans les Sulfobactériacées. L'auteur fait dériver ces organismes des Flagellés.

Fauré-Frémiet [14] (1909), étudiant les mitochondries des Protozoaires, constate que ces formations ne se colorent pas vitalement par le rouge neutre, et difficilement par le bleu de méthylène et l'azur. Pour cet histologiste, ces organites sont des éléments morphologiquement constants et dont l'évolution présente un certain parallélisme avec celle de l'appareil nucléaire, mais sans aucun rapport avec celui-ci. Fauré-Frémiet pense que ces granulations, qui se colorent par les méthodes classiques des mitochondries, doivent être assimilées aux chromidies des protozoaires.

Ambroz [2] (1909), colorant au Giemsa, ***Bacillus nitri***, se range à l'avis de Guilliermond relativement à la structure réticulée de cette Bactérie, et à l'interprétation des granules paraissant dans les cellules jeunes au début du développement. Ces organites doivent être considérés comme l'ébauche des futures cloisons cellulaires.

Hœlling [27] (1910) dans un bacille découvert, dans ***Fusiformis termitidis***, colorant à la laque ferrique et au Giemsa, observe dans les cellules jeunes un noyau parfois circulaire ou ovalaire avec pôles épaissis et au centre de la cellule une zone claire. La division cellulaire s'effectue par amitose. Parfois des formes multinucléées, enfin dans les formes de dégénérescence le noyau évolue vers un système chromidial spiralé analogue à celui décrit dans les Spirilles.

Georgevitch [16] (1910) décrit la formation des spores dans ***Bacillus thermophilus jivoini***, formation singulière s'effectuant à partir d'une calotte de cytoplasme polaire, et de deux granulations nées dans ce cytoplasme. Celles-ci, en se rejoignant, forment une vésicule, la préspore. Dans celle-ci apparaîtront des granulations basophiles qui constitueront les spores futures.

CHAPITRE II

BACILLUS ANTHRACIS

TECHNIQUES

Dans l'étude d'*Endomyces albicans*, nous avons insisté à maintes reprises sur la nécessité de suivre l'évolution du microorganisme et d'utiliser les méthodes de fixations et de colorations multiples, afin d'éviter les causes d'erreur qui peuvent résulter de l'emploi d'un stabilisateur unique ou d'une seule teinture basique. Cette remarque acquiert ici toute son importance, par suite de la complexité de la cellule bactérienne et de l'évolution de son appareil nucléaire.

Le choix de *Bacillus anthracis* est heureux, par suite des caractères de fixité qu'il présente; fixité dans sa morphologie, quelles que soient les causes déformantes ou inhibitrices (action des antiseptiques ou des agents physiques) qui interviennent pour modifier sa forme première; fixité dans ses caractères de virulence. Si l'on admet, par analogie, que la constitution intime du charbon présente la même stabilité que les caractères de morphologie externe sous l'influence des causes déformantes, on comprendra tout l'intérêt qui réside dans l'étude de ce microorganisme, en vue d'élucider la phylogenèse bactérienne.

L'organisme a été fixé au Perenyi et au Lavdowsky, ce dernier nous a rendu de précieux services pour la localisation des corpuscules métachromatiques, après emploi du bleu polychrome, et différenciation à la Glycérinæthermischung, nous nous sommes également servi, avec succès, du fixateur suivant, ce qui nous a permis d'abréger la durée des fixations dans un certain nombre de cas :

Alcool à 95°	300 gr.
Sublimé	5 gr.
Acide acétique	5 gr.

Les colorations ont été effectuées à l'hématoxyline au fer, l'hématéine alunée acide : le violet de gentiane, le bleu polychrome, la safranine, suivant les méthodes qui ont été indiquées pour le muguet.

Les préparations ont été montées au Baume du Canada.

ÉVOLUTION

L'évolution du microorganisme a été suivie à la 6e h., 8e h., 12e h., 19e h., 24e h., 36e h., 48e h., 66e h., 72e h., 84e h., ce qui correspond à six stades dans le Cycle évolutif.

1er stade	: Indifférenciation cellulaire.....	6 h.
2e stade	: Noyau vésiculeux	8 h.-12 h.
3e stade	: Noyau plein.................	19 h.-24 h.
4e stade	: Noyau diffus	36 h.-48 h.
5e stade	: Sporogenèse..................	66 h.-78 h.
6e stade	: Spore........................	84 h.

1er Stade. — Indifférenciation

Seuls, l'hématoxyline au fer et le bleu polychrome permettent de déceler une structure, encore faut-il que les régressions soient très poussées. Il est possible en effet de rencontrer quelques corpuscules métachromatiques ; ceux-ci, en petit nombre et de taille très réduite, apparaissent dans les organismes en voie de germination. Il semblerait qu'à ce stade, tous les matériaux nutritifs concourent à l'édification du cytoplasme, par suite de la prolifération abondante de la Bactérie. La laque ferrique, sur des préparations excessivement régressées, permet d'observer de fines traînées granuleuses, sidérophiles qui se présentent en amas plus ou moins irréguliers et qui constituent, sans doute, l'ébauche des noyaux futurs. L'hématéine et le violet de gentiane, que nous aurions voulu employer pour affermir cette hypothèse, ne donnent que des résultats défectueux, par suite de la densité cytoplasmique et de sa basophilie accentuée à ce stade. Pour expliquer les difficultés d'observation du contenu cellulaire dans les éléments très jeunes, il nous paraît difficile d'admettre un état spécial de la membrane, s'opposant à la pénétration des colorants. On comprendrait, sans doute, que cette teinture s'effectue difficilement chez les spores aux membranes fortement cutinisées, mais ce n'est pas le cas ici. La densité du cytoplasme et peut-être même une véritable imbibition de ce cytoplasme par de la nucléine diffusée et non encore différenciée, permettrait d'expliquer l'uniformité et l'homogénéité du contenu bactérien, chez des éléments très jeunes.

2^{me} *Stade. — Noyau vésiculeux*

Au stade précédent, succède rapidement un nouvel état de la cellule. Les masses granuleuses plus ou moins éparses dans le cytoplasme s'orientent au centre de l'élément de façon à constituer une espèce de morula basophile subovoïde, qui ne tarde pas elle-même à se vacuoliser et à aboutir à un véritable noyau vésiculeux, en tous points comparable à celui des cellules somatiques végétales ou animales : à savoir noyau vésiculeux avec nucléohyaloplasma et réseau chromatique sculpté à la surface de la vésicule.

Parfois un seul de ces organites par élément. Parfois les cellules sont multinucléées, aspect qui est surtout visible dans les bâtonnets libres, issus de la dissociation des chapelets bactériens. Souvent aussi, le noyau est représenté par une petite vésicule ovoïde renforcée aux extrémités et occupant l'un des pôles du bâtonnet, tantôt enfin, ce noyau comporte un caryoplasme avec un caryosome et sans doute aussi une membrane nucléaire. Pendant cette phase de son évolution, le noyau présente quelque analogie, au point de vue morphologique, avec celui que nous décrirons ultérieurement dans ***Bacillus mycoides.***

3^{me} *Stade. — Noyau plein*

Mais l'état vésiculeux du noyau est transitoire, les filaments ou bâtonnets chromatiques de cet organite se multiplient, si bien que par accumulation et condensation consécutive de la chromatine, la vésicule nucléaire primitive, se trouve remplacée par une sphérule pleine, dépourvue de structure, fixant avec avidité et sans exception tous les colorants nucléaires : violet de gentiane, hématéine, hématoxyline ferrique, safranine, bleu de Unna, aspects mis en évidence, avec une netteté toute particulière après les fixations au Perenyi. Nous avons dit qu'à ce stade le noyau était dépourvu de structure et qu'il se présentait comme une sphérule homogène et dense; si l'on pousse en effet les régressions, le noyau apparaît comme un petit disque sombre, limité à la périphérie par un fin liseré plus coloré. Ainsi donc, à un noyau originel plus ou moins diffus, représentant le premier stade d'une nucléose très rudimentaire chez des individus jeunes, issus du développement de la spore, succède un noyau vésiculeux qui, par accumulation et condensation de sa chromatine, se transforme en un noyau circulaire et dense. Cet organite peut être morphologiquement comparé au noyau plein et non différencié, qui constitue la tête du spermatozoïde. Ce troisième stade correspond au maximum du développement cultural. Il semble en effet que ce noyau, véritable noyau végétatif ou trophonucleus, préside à la multiplication cellulaire et aux phénomènes d'assimilation active, comme on le verra par la suite. Cet organite nucléaire se divise d'une façon assez spéciale, division qui est mise en évidence avec netteté sur les éléments très regressés après coloration à l'hématoxyline ferrique. Au milieu du noyau, apparaît en effet une cloison, tantôt parallèle, tantôt perpendiculaire au grand axe du bâtonnet. Cette cloison se délamine et les deux moitiés nucléaires se séparent l'une de l'autre, puis s'arrondissent, s'individualisent, les deux noyaux fils sont désormais constitués.

La division cellulaire consécutive peut s'effectuer différemment, suivant la position qu'occupe le noyau paternel dans l'élément. Quand cet organite est au centre de la cellule bactérienne, les noyaux fils issus de la mitose sont aussi voisins que possible puisqu'ils ne sont séparés l'un de l'autre que par le court espace qui délimite les cellules-filles (position proximale). Si au contraire, le noyau paternel occupe l'un des pôles de l'élément, la division donnera naissance à deux noyaux qui vont s'éloigner rapidement, l'un demeurant à l'emplacement du noyau paternel, c'est-à-dire conservant sa situation polaire, tandis que l'autre se dirigera à l'autre pôle de la cellule (position distale), si bien que dans ce cas la bactérie mère constitue un véritable article pourvu de deux noyaux polaires; c'est à ce moment que survient la division cellulaire. Fréquemment aussi, ce noyau ambulatoire s'arrête dans son trajet et demeure sensiblement au milieu de l'élément; à ce moment alors, survient la scissiparité qui donnera naissance aux cellules filles (Position nucléaire médiane). Ces anomalies dans la division nucléaire permettent de comprendre la disposition des noyaux dans les files multi-cellulaires de bâtonnets bactériens.

Parfois aussi, le signal de la scissiparité protoplasmique est donné par une espèce de petit bâtonnet transversal, médian, sensiblement perpendiculaire au grand axe de la bactérie, claviculaire et sidérophile (mais au point de vue chromatique, sidérophile seulement) et qui constitue le signal précurseur, l'ébauche de la future cloison; celle-ci, en tous cas, chromatiquement et morphologiquement, est indépendante du noyau, admirablement individualisé.

A ce stade correspond également une sécrétion de corpuscules métachromatiques, ce qui confirme nos précédentes observations, et démontre que les grains de volutine paraissent coïncider avec une hyperactivité cellulaire. Cette accumulation de métachromatine dans la cellule bactérienne constitue une réserve transitoire, appelée à disparaître ultérieurement, quand les conditions végétatives deviendront moins favorables ou que la cellule poursuivant son évolution, élabore ses organites de conservation : les spores.

Dans les éléments où le noyau affecte une forme globuleuse, pleine et indifférenciée, le cytoplasme se creuse d'alvéoles séparées les unes des autres par des tractus parallèles qui, dans leur ensemble, sont perpendiculaires au grand axe du bâtonnet cellulaire, disposition scalariforme assez fréquente et mise en évidence avec netteté sur des préparations fixées au Perenyi et colorées au bleu de Unna. Cette structure est particulièrement nette dans les cellules isolées. Il n'est pas rare, non plus, de rencontrer dans certains éléments une vacuole unique, ellipsoïde, creusée dans le cytoplasme, disposition qui est fréquente dans les files de bâtonnets bactériens.

4^me^ *Stade. — Noyau diffus*

La cellule ne tarde pas à subir une importante modification qui intéresse autant sa morphologie externe, que sa structure intime. Si l'on examine en effet, une culture de 36 heures, on s'aperçoit qu'à côté des formes signalées précédemment, il existe, en très grand nombre, des éléments libres (non plus disposés en file), et à contours irréguliers, comme si les cellules étaient constituées par un aggloméra-de sphérules élémentaires plus ou moins irrégulièrement groupées. Cet aspect bulleux et boursouflé des cellules pourrait être rapproché de ces formes que l'on signale chez les bactéries âgées en voie de dégénérescence ou placées dans des conditions dysgénésiques. L'étude cytologique du contenu cellulaire va nous permettre d'expliquer l'existence de ces formes d'involution transitoire de l'élément bactérien.

L'aspect boursouflé de la cellule peut provenir de la modification importante survenue dans la morphologie du noyau. La structure intime de la cellule, à ce stade, est tellement modifiée, qu'il semblerait, de prime abord, que l'on se trouve en présence d'une impureté bactérienne, venue contaminer le milieu. Mais une observation attentive et répétée permet d'éclairer cette structure. Le noyau, en effet, se trouve constitué non plus par un ellipsoïde ou une sphérule dense, mais par un véritable réseau ou filet chromidial, parcourant tout l'élément au détriment du cytoplasme qui disparaît presque complètement, puisqu'il ne se trouve plus représenté que par un mince revêtement périphérique, acidophile, se moulant sur le réticulum nucléaire basophile. Le cytoplasme est parfois tellement réduit, qu'il peut être difficile de le délimiter avec précision; on y parvient cependant par des colorations à l'éosine énergiquement poussées. Il est alors possible de le mettre en évidence, sous forme de petites calottes polaires, coiffant les extrémités des bâtonnets. On n'a donc pas affaire ici à un noyau pur, puisque le protoplasme existe quoique considérablement réduit, observation qui nous permet de nous élever, avec véhémence, contre l'hypothèse qui consiste à assimiler la cellule bactérienne à un archiplasme, à une sorte de noyau ambulant, dont le réseau cytoplasmique constituerait le peloton chromatique formé de plastine, tandis que les granules seraient constituées de chromatine (théorie de Rudzicka).

Mais entre ces deux formes nucléaires (noyau vrai et réticulum chromatique) existe-t-il des formes de passage ou a-t-on affaire, par un saut brusque et sans transition, à une transformation du noyau en réticulum. Par une observation minutieuse et en se servant des indications fournies par des teintures nucléaires différentes, il est facile de noter tous les stades compris entre le trophonucleus et le réseau chromatique diffus, qui assure les fonctions du noyau disparu. Le trophonucleus est, en effet, le siège d'une véritable caryolyse qui s'effectue de la périphérie vers le centre, en sorte qu'il diminue rapidement de masse (dissolution centripète), cependant que la chromatine diffusée se fixe comme une laque sur les tractus du cytoplasme.

Ainsi donc, à côté de cellules bactériennes à corps cylindriques et bien délimités, pourvues d'un noyau parfaitement défini (trophonucleus), il existe des éléments possédant un organite nucléaire plus petit, en voie de caryolyse, lequel donne naissance à un réticulum basophile, véritable chromidium, admirablement individualisé, au sein d'un cytoplasme bulleux et très réduit. Ce processus caryolytique permet maintenant de comprendre l'évolution nucléaire des premiers stades et la nécessité du passage du noyau vésiculeux vers le trophonucleus, celui-ci, à son tour, homogène et dense, constituant l'intermédiaire entre la vésicule et le réticulum basophile. On s'expliquerait difficilement, en effet, le processus de fonte du noyau vésiculeux dont la chromatine se trouverait inégalement répartie sur les différents points de sa surface. L'atrophie du trophonucleus, véritable dégénérescence nucléaire, transitoire, permet enfin d'expliquer les formes boursouflées des cellules qui se trouvent momentanément placées dans des conditions intrinsèques défectueuses, consécutivement à une rénovation de leur contenu, à la suite d'un bouleversement qui intéresse à la fois cytoplasme et noyau. Les grains de volutine sont très rares, cette absence de corpuscules métachromatiques dans les formes bulleuses est un argument en faveur de ce fait, que la cellule se trouve dans des conditions peu favorables pour accumuler des réserves, puisque de par ses caractères morphologiques, elle paraît en voie de dégénérescence.

b] Cet aspect bulleux des éléments ne demeure pas ainsi jusqu'à la fin de l'évolution bactérienne ; déjà, à la 48e heure, la cellule a repris sa morphologie externe primitive, et se présente à l'état dissocié sous la forme de bâtonnets cylindriques aux extrémités arrondies. Le reticulum a également subi une modification, au lieu d'être constitué par un assemblage de cerceaux chromatiques, il affecte davantage la forme d'une ligne brisée plus ou moins irrégulière, où se trouve représenté par une série de tractus claviculaires, perpendiculaires au grand axe du bâtonnet cellulaire, et par suite parallèles entre eux. Il semblerait que la substance nucléaire à l'origine régulièrement répartie sur des circonférences chromatiques se rassemble aux extrémités des tractus, d'où leur aspect claviculaire, ou bien se condense aux nœuds du réseau. Pas plus que précédemment, le cytoplasme n'est abondant à ce stade et il se trouve formé par une mince couche périphérique, entourant le réticulum et la vacuole centrale. Quant aux corpuscules métachromatiques, ils sont nombreux et volumineux. La cellule qui a repris son aspect normal est le siège d'une hyperactivité fonctionnelle; elle accumule des réserves de métachromatine dans son cytoplasme en vue de la sporogenèse. Cette accumulation de grains de volutine dans la cellule est à rapprocher de ce fait, que chez un grand nombre de champignons et d'Ascomycètes en particulier, l'apparition des corpuscules métachromatiques précède la formation des spores.

5^me^ *Stade. — Stade sporogenèse.*

De la 60^e^ à la 72^e^ heure l'aspect morphologique change. Le noyau évolue vers la spore, tandis que la cellule va tendre vers le sporange. La formation nucléaire, après avoir occupé dans la cellule une surface considérable puisqu'elle s'étendait comme un réseau au point de faire disparaître presque complètement la cytoplasme, va subir une régression morphologique et aboutir à la forme du nucleus primitif homogène et dense. A cet effet, les tractus chromatiques, dont l'ensemble constituait l'idiochromidium, seront le siège d'une différenciation moniliforme; les grains de chromatine vont glisser le long des trabécules cytoplasmiques et se rassembler à la périphérie du microorganisme. Cette régression granuleuse trabéculaire débute par les travées qui barrent la cellule transversalement; si bien qu'à ce stade la cellule se trouve traversée longitudinalement par deux bandes chromatiques plus ou moins granuleuses. Celles-ci se rétractent à leur tour par une sorte d'amiboïsme et se dirigent vers les pôles de l'élément où elles forment deux amas muriformes qui ne tardent pas à devenir ellipsoïdaux, puis à se concréter totalement en devenant sphériques, affectant, à cet état, la morphologie et la chromaticité des noyaux homogènes de la première heure. Quand la cellule est munie d'une seule vacuole, les granules chromatiques se rassemblent tous en un même point de la cellule et la bactérie ne possède plus qu'une seule préspore et devient un monosporange lorsque la préspore est devenue spore.

Chez ces organismes en voie de sporulation, les corpuscules métachromatiques disparaissent par suite du ralentissement des processus vitaux, cependant que la chromatine fixe avec intensité les colorants basiques; les bacilles végétatifs s'effacent en effet, pour peu que les régressions soient poussées, tandis que les éléments en voie de sporulation subsistent seuls, observation qui est parfaitement en accord avec ce que nous savons aujourd'hui, sur la basophilie des noyaux reproducteurs.

Ainsi donc, pendant la période purement végétative, le noyau est bien caractérisé, dense et homogène. Cet organite préside aux phénomènes de division active de la Bactérie, à son expansion dans l'espace, il constitue donc un véritable trophonucleus. Son rôle sous cette forme s'arrête là. Pour que la Bactérie puisse poursuivre son évolution dans le temps, une nouvelle formation apparaît, issue du noyau lui-même qui entre en caryolyse, c'est le réticulum basophile diffus qui représente un système idiochromidial duquel naîtra la spore.

6^me^ *Stade. — Spores*

Le contenu des sphérules et des ellipsoïdes chromatiques qui constituent la préspore s'estompe, par suite d'une diminution des affinités chromatiques pour les colorants nucléaires. La partie centrale n'est plus représentée que par une plage faiblement teintée, limitée par un liseré périphérique plus net, renforcé aux extrémités ou parfois plus ou moins finement ponctué, formant ainsi une couronne de granulations ou une sorte de feston circulaire faisant saillie dans le cytoplasme. A ce stade, les corpuscules métachromatiques ont entièrement disparu; la cytolyse protoplasmique intervient qui libère les spores du contenu cellulaire, en sorte qu'elles vont se trouver libres dans le milieu ambiant.

(*A suivre*).

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce la mort, à l'âge de 87 ans, de M. Adolphe Pellat, membre de la Société Botanique de France, et qui a publié diverses observations sur le développement des plantes et sur la Botanique descriptive. M. Adolphe Pellat a fait don de son bel herbier à la Faculté des Sciences de Grenoble, où il a été installé par les soins de M. Mirande, Professeur. Il avait fourni de nombreux matériaux à M. Gaston Bonnier, pour sa Flore complète de France, de Suisse et de Belgique.

⁂

Le Dr Max Reich est nommé directeur de la Station agricole et botanique de l'Université de Rostock.

⁂

Notre collaborateur, M. Marcel Dubard, Maître de Conférences de Botanique coloniale à la Sorbonne, est nommé Professeur titulaire de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Clermont-Ferrand, en remplacement de M. Girod, décédé.

⁂

M. Gaston Gautier, l'éminent botaniste de Narbonne, décédé il y a quelques mois, laisse l'important herbier qu'il avait formé. Cette collection, sur laquelle M. G. Rouy donnait déjà en 1888 une intéressante notice dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, s'est largement accrue depuis. Elle comprend 100.000 parts environ (1) formant 520 paquets et représentant 22.240 espèces ou variétés. Empoisonnées au sublimé, les plantes de l'herbier Gautier sont en parfait état. Indépendamment de ses récoltes personnelles en France et en Espagne, M. G. GAUTIER avait acquis des collections précieuses. Les herbiers de MARTRIN-DONOS et BOUTIGNY, *l'Herbarium normale* de SCHULTZ, les *Reliquiæ Mailleanæ*, les Centuries des Sociétés dauphinoise, helvétique, bordelaise, les récoltes de Becker (Russie), Bourgean (Espagne et Savoie), Fries (Spitzberg), Heldreich (Grèce), Huet du Pavillon (Naples et Sicile), Huter, Porta et Rigo (Espagne, Tyrol, Vénétie), Lojacono (Sicile), Noé (Dalmatie), Pedro del Campo (Espagne); les envois de MM. Auzende, Barrandin, Boissier, de Borbar, Freyn, Gelmi, Greunier, Hackel, Attuat, Indebeton, de Janka, Loret, Malinvand, Metichoffer, Parlatore, Ferez y Laro, Rizzozero, Rouy, de Jantheim, Savy, Sommier, Waldstedt, Coste, Soulié, etc.

---

(1) Savoir : Dans l'herbier général empoisonné au sublimé, 85 à 90.000 parts et 22.240 espèces ; pour l'herbier de Martrin-Donos, conservé à part, mais non empoisonné, 15.000 parts, environ, de plantes françaises, en grande partie déjà représentées dans l'herbier central.

L'herbier général renferme encore en 26 paquets une collection spéciale d'*Hieracium* formée par M. Jordan. Il comprend aussi les types des Catalogues de la Flore des Pyrénées-Orientales et de la Flore des Corbières (celle-ci sous presse) dues à M. G. Gautier lui-même, enfin dans l'herbier spécial de Martrin-Donos les types des plantes décrites par ce botaniste dans sa florule du Tarn.

Cette collection possède donc un intérêt scientifique exceptionnel pour la Flore française et pour le bassin tout entier de la Méditerranée, y compris l'Afrique du Nord.

Les recherches sont facilitées par un excellent catalogue en 4 volumes (avec tables alphabétiques indiquant en regard du nom de chaque espèce, la provenance des plantes avec le numéro du paquet et de la chemise correspondante.

Pour de plus amples renseignements, et pour les conditions de vente, s'adresser à M. MUE, directeur des Contributions indirectes, à Carcassonne (Aude), 3, square Gambetta.

⁂

Le 4 mars 1912, a eu lieu un concours pour le certificat d'aptitude aux emplois d'Inspecteur adjoint et de contrôleur du service des épiphytes.

Le diplôme d'Ingénieur-Agronome ou la licence ès sciences sont éxigés des candidats à l'inspection.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères. Le Gérant, Ch. PIETERS.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Avril 1912

N° 280

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1912

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1912

I. — RECHERCHES SUR LE CRASSULA SEDIFORMIS SCHW., par **M. Raymond Hamet** 145

II. — CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES (avec planches), par **M. Henry Pénau** (fin) 149

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 175

VIKTOR GRAFE. — Studien über Anthocyan, III

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 176

Planches contenues dans cette livraison

Planches 6 et 7. — *Bacillus megatherium.*

Planche 8. — *Bacillus mycoides.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement 1, rue Dante, Paris (V^e).

RECHERCHES

SUR LE

CRASSULA SEDIFORMIS SCHW.

par M. Raymond HAMET

Schimper a récolté en Abyssinie, le 30 septembre 1850, une Crassulacée très curieuse qui a été distribuée sous le nom de *Crassularia sediformis* Hochstetter. Aucune description n'accompagnant ce binôme, on doit le considérer comme un *nomen nudum.*

La plante de Schimper ne reçut un nom valable qu'en 1867, date à laquelle Schweinfurth (1) en publia la diagnose suivante :

CRASSULA SEDIFORMIS Schwf. n. sp.

(= *Crassularia sediformis* Hochst. in Buchinger's Verzeichniss Nr. 126).

C. herbacea, caule 1/2-2 pollicari, bialato; foliis obovatis, oblongo-obovatis, 4-5 millim. longis; calycis laciniis triangularibus, obtusiusculis, petalis late-ovatis, obtusis, albis vel basi cæruleis, sepalis paullo longioribus.

An steilen Nordabfall des Berges Bachit, bei 12000-13000' Meereshöhe, 30 Septbr. 1850, bl. (Schimper).

Bemk. Diese im Habitus dem *Sedum cæruleum* Vahl sehr ähnelnde Pflanze stimmt in allen generischen Verkmalen völlig mit Crassula überein und erinnert in seiner Tracht auch an mehrere Arten dieser Gattung aus dem Capland.

Quoique le *Crassula sediformis* présente des caractères remarquables, il n'est connu aujourd'hui encore que par la brève description de Schweinfurth que, faute de matériaux, Britten (1) dut se borner à transcrire dans sa revision des Crassulacées de l'Afrique tropicale.

---

(1) D. Georg Schweinfurth, *Beitr. z. Flora Aethiop.*, Abth. I, p. 80 (1867).

Plus favorisé que le botaniste anglais, j'ai eu à ma disposition de nombreux échantillons de *Crassula sediformis*, ce qui m'a permis d'en faire une étude complète.

Le *Crassula sediformis* est une petite plante annuelle à racines grêles, dont la tige grêle, simple ou rameuse, ne dépasse pas 25^{mm} de hauteur. Les feuilles, toujours assez espacées, sont sessiles, entières, obovées, très obtuses au sommet; elles mesurent $4^{mm}50$ de hauteur et $2^{mm}50$ de largeur; les inférieures sont rapprochées par deux; les médianes et les supérieures sont alternes. L'inflorescence en cyme unipare, quelquefois bipare, se compose d'un petit nombre de fleurs supportées par de grêles pédicelles longs de 2^{mm} à $2^{mm}50$. Le calice possède un tube subcampanulé, long de $2^{mm}20$ qui se termine par 5 divisions semiorbiculaires, obtuses au sommet, hautes de $0^{mm}65$, larges de $1^{mm}60$. La corolle est constituée par 5 pétales alternisépales, libres dès la base, largement ovés, rétrécis assez brusquement à la base en un onglet large et court, obtus au sommet. Ces pétales, qui mesurent $2^{mm}10$ de hauteur et de $1^{mm}55$ à $1^{mm}80$ de largeur, sont insérés au sommet du tube du calice, à la base par conséquent des divisions calycinales. Les étamines, au nombre de 10, sont disposées en deux verticilles : le verticille alternipétale comprend 5 étamines dont les filets grêles, légèrement dilatés à la base, sont insérés, eux-aussi, au sommet du tube calycinal; leur hauteur est de $1^{mm}20$, leur largeur de $0^{mm}25$ à la base et de $0^{mm}12$ au milieu; le verticille oppositipétale comprend 5 étamines soudées aux pétales sur une longueur de $0^{mm}10$, et libres sur une longueur de $1^{mm}25$. Les anthères, au nombre de 10, orbiculaires, très obtuses au sommet, émarginées à la base, mesurent $0^{mm}60$ de hauteur et $0^{mm}55$ de largeur. Les écailles, au nombre de 5, sont subcylindriques, nettement dilatées et un peu concaves au sommet; leur longueur est de $0^{mm}55$, leur largeur de $0^{mm}35$. Les carpelles sont soudés entre eux et concrescents au tube du calice sur toute la longueur de celui-ci; leur partie libre, dont la coupe est subtriangulaire convexe en dehors, mesure $1^{mm}40$ de hauteur; leurs faces internes ne sont pas contiguës, mais s'éloignent, au contraire, progressivement les unes des autres. Les carpelles, dont la partie libre s'ouvre par une fente longitudinale située entre les bords de leurs faces internes, deviennent bientôt des follicules et contiennent alors 2 ou 3 graines de grande taille. Celles-ci sont dressées et s'insèrent par un bref funicule sur les bords des faces internes des follicules. On observe souvent une graine insérée dans la partie des follicules soudée au calice, et une autre insérée dans leur partie libre; d'autres fois elles sont insérées toutes deux dans la partie soudée, enfin on trouve aussi quelquefois deux graines insérées dans la partie soudée et une dans la partie libre. Les carpelles sont atténués à leur sommet en un style assez grêle, long de $0^{mm}45$ et renflé en stigmate à son sommet. Les graines mesurent $1^{mm}40$ de hauteur et $0^{mm}60$ de largeur; leur test, strié longitudinalement, est appliqué à peu près exactement sur l'albumen qui, à son tour, recouvre exactement l'embryon; pourtant, au sommet de la graine, le test dépasse légèrement l'embryon. Ce dernier se compose d'une radicule cylindrique subconique à la base et de deux cotyles obovées-oblongues, obtuses à leur sommet.

---

(1) Britten. *In* D. Oliver, ***Fl. of trop. Afr.***, t. II, p. 389 (1871).

Une coupe transversale de la tige montre, au-dessous de l'épiderme, plusieurs assises de tissu cortical dont les éléments d'assez grande taille ont des parois minces. Comme dans les autres Crassulacées, on ne trouve aucune gaine à la limite de l'écorce et du cylindre central. Le liber est composé de cellules libériennes et de petits paquets de tubes criblés contigus et de faible diamètre. La région ligneuse comprend d'une part un anneau fibreux continu composé d'éléments de même taille régulièrement disposés en files radiales, et d'autre part des vaisseaux isolés ou groupés en petit nombre au sein d'un parenchyme cellulosique. La moelle est le plus souvent complètement détruite.

Le *Crassula sediformis*, possédant des feuilles médianes alternes et des fleurs diplostémones, n'est donc point un *Crassula* puisque ce genre est caractérisé par la présence simultanée de feuilles toutes opposées et de fleurs isostémones.

Quoique par l'ensemble de ses caractères, la plante de Schimper se rapproche du genre *Sedum*, j'ai beaucoup hésité avant de ranger dans ce groupe une Crassulacée possédant une particularité aussi remarquable que des carpelles soudés avec le calice. Mais j'ai retrouvé ce caractère dans d'autres Crassulacées qu'il est impossible de séparer du genre *Sedum*, et notamment dans le *Sedum cæspitosum* DC.

La présence, dans les plantes d'un même genre, de carpelles libres ou soudés au calice ne doit pas nous étonner, puisqu'on trouve dans un groupe aussi naturel que les *Saxifraga* tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

La plante de Schimper est donc bien un *Sedum* qui devra porter désormais le nom de *Sedum sediforme* Raymond Hamet nom. nov.

CONTRIBUTION A LA CYTOLOGIE DE QUELQUES MICROORGANISMES

Par M. Henry PÉNAU

(Fin)

CHAPITRE III

BACILLUS MEGATHERIUM

TECHNIQUE

Nous nous sommes servi pour effectuer la fixation de cet organisme du liquide de Perenyi, qui nous a donné d'admirables fixations nucléaires, et du Lavdowsky qui s'est montré un stabilisateur parfait des corpuscules métachromatiques. Nous avons employé comme colorant, l'hématoxyline au fer et l'hématéine alunée acide; comme couleur basique d'aniline : le bleu polychrome, la safranine et le violet de gentiane. Cette dernière s'est montrée admirable pour l'étude du réticulum basophile diffus. Notre but, en employant plusieurs colorants basiques différents, est motivé par ce fait que le noyau des Bactériacées paraît être de structure excessivement simple, puisqu'il se présente sous forme d'un petit corpuscule plein, homogène et dense. L'impossibilité dans laquelle on se trouve de définir cet organique morphologiquement, oblige donc l'observateur à le définir chromatiquement. La nécessité des colorations nucléaires multiples est impérieuse, indispensable, puisqu'elle permet de caractériser dans la cellule aux différents stades de son évolution : des corpuscules métachromatiques, un noyau permanent, une formation basophile diffuse. Le tableau suivant résume d'ailleurs les indications chromophiles de cette triple formation cytoplasmique.

L'examen de ce tableau donne donc raison à la méthode que nous préconisons et démontre l'utilité des nombreuses colorations nucléaires puisqu'elles ne donnent pas toutes les mêmes indications.

Les cultures ont été effectuées sur gélose saccharosée, à la température de 23°.

	NOYAU		CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES		RÉTICULUM BASOPHILE DIFFUS	
	LAVDOWSKY	PERENYI	LAVDOWSKY	PERENYI	LAVDOWSKY	PERENYI
Hématoxyline	Coloré	Coloré	Rarement colorés	0	Coloré	Coloré
Hématéine	Coloré	Coloré	Colorés	0	0	0
Violet de gentiane	Coloré	Coloré	Colorés	0	Faiblement coloré	Admirablement coloré
Safranine	Coloré	Coloré	Colorés	0	Faiblement coloré	Bien coloré
Bleu polychrome	Coloré	Coloré	Colorés	0	0	Bien coloré

Nous distinguons cinq stades dans l'évolution du microorganisme :

EVOLUTION

1er stade. — Indifférenciation cellulaire.
2e stade. — Nucléose et formation basophile condensée.
3e stade. — Nucléose et formation basophile diffuse.
4e stade. — Sporogenèse.
5e stade. — Spore.

1er Stade. — Indifférenciation cellulaire.

Dans les organismes jeunes, issus du développement de la spore, la bactérie se présente sous forme d'un bâtonnet plein, dense, basophile et dans lequel il est impossible de reconnaître une structure différenciée. Pas de vacuole visible, pas de formations nucléaires ni basophiles accessoires, seuls les corpuscules métachromatiques en abondance se présentant sous forme de grosses granulations au nombre de 3 ou 4 et dont les plus volumineuses occupent les pôles de la cellule. Dans quelques éléments, une vacuole unique et sphéroïde apparaît, mais alors les corpuscules métachromatiques disparaissent par une sorte de fusion centripète. On ne les retrouve plus dans les organismes munis d'un système vacuolaire longitudinal, constitué par une longue vacuole entrecoupée par des ponts de protoplasme.

2^e^ *Stade. — Nucléose et formation basophile condensée*

a) A ce stade le cytoplasme se trouve creusé d'une vacuole sphéroïde qui s'allonge peu à peu et finit par occuper presque toute la longueur de l'élément, en sorte que, dans les cellules adultes, cette formation n'offre plus qu'un mince revêtement pariétal, renforcé en calotte aux extrémités. La vacuole centrale ne reste pas indivise et se trouve entrecoupée par un système de trabécules transversaux issus du protoplasme, ce qui donne à l'ensemble de cette formation un aspect alvéolaire, scalariforme, très net.

b) Les corpuscules métachromatiques de ce stade sont rares, quand ils existent; on les retrouve sous forme de fines granulations dans les bâtonnets pourvus d'une vacuole unique et sphéroïde. Ils disparaissent entièrement, quand la cellule arrive à l'état adulte et que le cytoplasme est devenu alvéolaire.

c) Tous les colorants nucléaires mettent en évidence le noyau avec une netteté indiscutable. Il se présente sous forme d'un petit corpuscule plein, dans lequel il n'est pas possible de définir une structure particulière, vu la ténuité de cet organite. Unique en général, il est situé à l'une des extrémités du bacille dans la calotte cytoplasmique polaire. Il n'est pas rare, cependant, de rencontrer des éléments binucléés dans lesquels chacun des pôles du bâtonnet est occupé par un noyau; enfin, mais plus rarement, des éléments multinucléés, véritables articles à 3 ou 4 noyaux qui subissent une rapide fragmentation scissipare aboutissant à la mise en liberté de tronçons uninucléés. La division nucléaire, lorsque nous avons pu l'observer, paraît se faire par un simple étirement, c'est donc une division amitotique. Nous n'avons jamais pu assister à un processus caryocinétique. En ce qui concerne la division nucléaire et la position des noyaux dans la cellule-mère, trois cas peuvent se présenter :

1° La position du noyau est polaire, le noyau fils s'éloigne du noyau paternel et se dirige dans la calotte cytoplasmique opposée (position distale); survient la division cellulaire qui sépare en deux tronçons cet article binucléé bipolaire.

2° Parfois ce noyau ambulateur s'arrête dans son trajet au milieu de l'élément (position médiane), une fragmentation scissipare divisera cette bactérie en deux bâtonnets, pourvus chacun d'un seul organite nucléaire présentant la même situation dans leur cellule respective que dans la cellule mère.

3° Dans un troisième cas le noyau paternel occupe une situation médiane auquel cas le bâtonnet est pourvu de deux vacuoles polaires, l'amitose décomposera le noyau paternel en deux noyaux fils qui seront après la division cellulaire aussi voisins que possible l'un de l'autre (position proximale).

Ces remarques permettent de comprendre la position qu'occupent les noyaux dans les files de bâtonnets bactériens où l'on peut noter simultanément les trois aspects que nous avons indiqués avec détail ci-dessus.

Pour conclure, nous dirons que nous avons bien affaire ici à un noyau, puisque cet organite présente tous les caractères chromatiques des noyaux, puisqu'il est défini par une petite masse sphéroïde qui se divise amitotiquement, puisqu'il est un, dans les fixation et coloration au Perenyi-hématéine et qu'il se rencontre alors dans la cellule à l'exclusion de toute autre formation cytoplasmique. C'est un noyau non plus transitoire, mais permanent et visible, pendant toute la durée de l'évolution. Il n'est donc pas possible de le confondre avec une de ces granulations plus volumineuse de la formation basophile qui n'est perceptible avec netteté qu'après certaines fixation et coloration (Perenyi et violet de gentiane).

Nous dirons d'autre part, que ce noyau n'est pas un grain sporogène. A ce stade, en effet, ces derniers organites ne sont jamais le siège de division amitotique et ne se présentent pas avec les mêmes caractères morphologiques. Ce qui donne de la force à cette conception, c'est que le noyau de *Bacillus megatherium* présente la même structure et les mêmes caractères de position au moment de la scissiparité que l'organite nucléaire, admirablement défini, volumineux, dense et transitoire de *Bacillus anthracis*.

Le noyau de *Bacillus megatherium* n'est pas un grain sporogène, puisqu'il assure les fonctions physiologiques de la cellule jeune ; fonctions de nutrition et de division dans l'espace. Ce n'est pas un grain sporogène, mais il tend ultérieurement vers cette formation quand les phénomènes de division active se ralentissent. Si l'on admettait cependant que le noyau n'existait pas réellement, il faudrait supposer ou bien que le grain sporogène assume les fonctions nucléaires dans des cellules jeunes, ce qui serait en désaccord avec nos conceptions actuelles sur la physiologie des spores en voie de formation ; ou bien admettre que ce grain constitue une spore jeune en voie de croissance sans aucun attribut nucléaire et que ces attributs soient remplis par la formation basophile, ce qui ne saurait être, puisque cette formation ne se colore qu'imparfaitement et incomplètement par les colorants nucléaires dont nous avons fait usage. Cette hypothèse est donc à rejeter.

Il y a dans les cellules de *Bacillus megatherium* à ce stade de très rares corpuscules métachromatiques, un véritable noyau jouant le rôle de trophonucleus et une formation basophile complètement indépendante de cet organite.

L'étude de la formation basophile est particulièrement intéressante, car elle se rapproche de celle décrite par nous dans le Muguet. Dans les cellules fixées au Perenyi, puis colorées au violet de gentiane, on observe à côté du noyau un peu plus volumineux, des grains parfois épars dans le cytoplasme, mais souvent aussi, agglomérés en grappes ou en tétrades. Ces amas ne tardent pas à s'épanouir et à se dissocier par groupes de deux. Les couples ainsi libérés vont se séparer à leur tour, tandis que les deux granulations constituantes s'éloignent, tout en restant réunies l'une à l'autre par un fin tractus. Quelle est la nature de ces granulations? La difficulté des recherches micro-chimiques, l'incertitude de ses résultats, appliqués à l'étude des microorganismes ne peut donner que des résultats peu intéressants. Ces granulations basophiles ne sont pas des grains de volutine, puisqu'ils ne possèdent aucun des caractères de la métachromatine, vis-à-vis des colorants basiques. Elles ne sont pas, d'autre part, de nature chromatinienne, puisque l'hématéine, ce colorant nucléaire le plus électif, ne les met pas en évidence. Au point de vue physiologique, nous ferons remarquer que dans les éléments jeunes et à protoplasme dense, l'observation ne permet que de déceler des corpuscules métachromatiques, mais jamais de grains basophiles ni de noyaux. On pourrait à la rigueur admettre que la densité du cytoplasme masque le contenu intracellulaire qui peut renfermer : le noyau et les grains basophiles à l'état figuré, ou bien, le noyau à l'état dissous, en solution plus ou moins intime avec le protoplasme où il se trouve par suite, sous forme latente, à côté des grains basophiles également en état de dissolution. On pourrait enfin supposer que le noyau est à l'état figuré, qu'il est représenté par une granulation que la densité du cytoplasme ne permet pas d'observer et que les grains basophiles n'existent pas à ce stade. Entre ces troi hypothèses, il est difficile de répondre catégoriquement. Cependant, d'après ce que nous savons sur la suite du développement, nous accordons la préférence à la dernière hypothèse. Le noyau, en effet, se retrouve dans la spore, il y a donc quelque chance pour qu'il existe également sous une forme figurée, dans les Bactéries jeunes issues de la germination de cette spore. Quant aux grains basophiles, s'ils existent en puissance de dissolution dans le cytoplasme, ils pourront se concréter par la suite sous forme de granulations, en amas plus ou moins volumineux. Mais il se pourrait également qu'ils apparaissent dans la cellule, consécutivement à la fonte des corpuscules métachromatiques et à la vacuolisation du cytoplasme qui se décharge ainsi d'une partie de sa substance. Les produits issus de ces deux formations pourraient servir par suite à l'élaboration du réticulum basophile. Cette formation paraît être en rapport avec l'activité cellulaire et pourrait être assimilé à une formation ergastoplasmique ou peut-être mitochondriale; hypothèse qui est assez en accord avec les faits observés par nous à savoir :

1° Que le Perenyi, fixateur chromique, est doué d'un pouvoir oxydant net, puisqu'il décompose l'iodure de potassium et peut agir, par suite, comme réactif de chromisation;

2° Que le violet de gentiane colore admirablement ces granulations après fixation au Perenyi (propriété des formations mitochondriales).

3° Que l'hématoxyline ferrique les teinte également, mais avec moins de netteté que la précédente solution (propriété commune à l'ergastoplasme et aux mitochondries).

3^me^ *Stade. — Nucléose et formation basophile diffuse*

Il n'existe pas de corpuscules métachromatiques à ce stade. Ils ont entièrement disparu. Le cytoplasme se présente avec les mêmes caractères morphologiques qu'au stade précédent, c'est-à-dire qu'il affecte une structure alvéolaire, creusée d'une longue vacuole longitudinale entrecoupée de travées cytoplasmiques transversales. Le noyau offre également les mêmes caractères structuraux; il a l'aspect d'un granule homogène et dense prenant avec avidité et sans exception tous les colorants nucléaires et se divisant par amitose. Sa position dans la cellule est presque toujours polaire, il est très rare de rencontrer un noyau central avec, de chaque côté, un système alvéolaire.

Seule, la formation basophile diffère, les amas granuleux qui la constituent, subissent un véritable épanouissement et se dissocient par groupes de deux granulations. Les couples ainsi libérés vont se séparer à leur tour, tandis que les deux grains de chaque couple s'éloignent tout en restant réunis l'un à l'autre par un fin tractus. Ces travées s'orientent, en sorte que finalement, la cellule se trouve barrée transversalement par un système de trabécules claviculaires, perpendiculaires au grand axe du bâtonnet cellulaire, et par suite sensiblement parallèles, entre eux. On n'observe plus guère que cet état scalariforme à la 62^{e} heure du développement. La basophilie de ces grains, très accusée pour le violet de gentiane, est moins nette pour la laque ferrique et la safranine, elle est nulle pour l'hématéine.

4^{me} *Stade. — Sporogenèse*

Les caractères du noyau se modifient peu à peu, sinon chromatiquement, tout au moins morphologiquement. Il augmente de volume et finit par occuper toute la calotte cytoplasmique de l'extrémité bacillaire. Il se présente alors, sous forme d'une granulation circulaire ou ovoïde, homogène, dense, volumineuse, présentant les mêmes affinités que le noyau pour les colorants basiques. Cet organite issu du noyau lui-même qui a subi une sorte de gonflement, constitue le grain sporogène. Il diffère du noyau par sa taille plus volumineuse, il en diffère encore par ce fait qu'il ne se divise pas. Ce grain sporogène possède donc des attributions nouvelles, il ne préside plus comme le trophonucléus aux phénomènes de division et d'assimilation actives, il a pour fonction d'élaborer la spore. Cet organite qui présente encore la chromaticité des noyaux peut être assimilé à un véritable idionucléus qui a pour mission de préparer la reproduction dans le temps.

Ainsi donc, à ce stade, la cellule demeure une et indivise, elle va utiliser son cytoplasme et sa formation basophile en vue de l'élaboration définitive des spores.

5^{me} *Stade. — Spore*

Le grain sporogène s'allonge, devient ovoïde et finit par occuper la moitié de la longueur bacillaire. Ses affinités chromatiques vis-à-vis des colorants nucléaires décroissent, cependant que la chromatine paraît se concréter au centre de l'ellipsoïde sous forme d'une granulation sensiblement de même taille que les noyaux primitfs et qui représente sans doute le noyau des futurs bâtonnets issus de la germination des spores (2^e stade, formation basophile condensée et nucléose).

A un stade plus avancé, la périphérie de l'ellipsoïde se cutinise. Aucune granulation n'est plus perceptible à l'intérieur de cette formation ; la spore actuelle est désormais constituée. Pendant cet accroissement endogène, une partie des granulations basophiles se trouve englobée par la spore, l'autre partie constitue un épiplasme inutilisé, qui entre rapidement en dégénérescence, ainsi que l'attestent les colorations au violet de gentiane et à l'hématoxyline ferrique. Les travées claviculaires constituantes s'effacent et ne se présentent plus que sous forme de bâtonnets achromatiques colorables, comme le cytoplasme. Cet épiplasme subit une dissolution complète, tandis que la spore se détache et devient libre dans le milieu ambiant. Nous voyons donc, que dans *Bacillus megatherium*, la spore ne provient pas du réticulum basophile ou de granulations plus ou moins volumineuses faisant partie de ce réticulum, la spore est issue du noyau lui-même en passant par l'intermédiaire du grain sporogène.

Bacillus megatherium possède les trois formations cytoplasmiques décrites par nous dans le Muguet, à savoir : noyau, corpuscules métachromatiques, formation basophile. De ce que le réticulum basophile de *Bacillus megatherium* ne possède pas les mêmes affinités que celui d'*Endomyces*, il n'y a pas lieu de conclure nécessairement à une divergence dans leurs attributs physiologiques. Ce réticulum est très probablement chez ces deux organismes de nature ergastoplasmique ou mitochondriale.

Enfin, nous nous garderons de généraliser et de dire que la caractéristique des Bactéries endosporées est de posséder un noyau. Des recherches entreprises par nous sur *Bacillus mycoides* et *Bacillus anthracis* nous autorisent à penser qu'à côté d'un réticulum basophile diffus pouvant assumer les fonctions d'un noyau, qu'à côté de corpuscules métachromatiques de nature extranucléaire, il existe aussi un organite nucléaire transitoire et bien défini.

Chapitre III

BACILLUS MYCOIDES

Cet organisme a été fixé et coloré par les mêmes méthodes que celles qui nous ont servi dans l'étude de *Bacillus anlhracis* et de *Bacillus megatherium.* Nos recherches n'ont porté que sur les formes jeunes de *Bacillus mycoides.* Nous voulions, en effet, mettre en évidence dans cet organisme, pendant les premières heures du développement, les noyaux transitoires décrits par certains observateurs dans ce Bacille. Guilliermond, qui a observé de très près l'évolution de cette Bactérie, a pu déceler un réticulum chromatique sous forme d'une trame d'allure et de forme très caractéritisques, mais il paraît avoir laissé échapper dans un certain nombre d'éléments, pendant le premier stade du développement, des petits grains (un par élément) prenant les colorants nucléaires, avec avidité la laque ferrique et qui pourraient être, selon nous, assimilés à des noyaux. La position de ces granules nucléaires est très variable. Tantôt ils occupent les pôles de l'élément, tantôts ils se trouvent en rapport intime avec le réticulum chromatique médian véritable, corps central assimilable à celui décrit par Bütschli dans les Sulfo-Bactéries. Quand l'organite nucléaire occupe une position polaire, il se trouve alors nettement individualisé et parfaitement indépendant du corps central. Ce qui rend l'étude de ce grain particulièrement délicate, c'est qu'il présente sensiblement les mêmes affinités vis-à-vis des colorants nucléaires que le réticulum basophile; lorsque ce grain est en rapport avec le réticulum, on pourrait objecter que cet organite est insuffisamment caractérisé, imparfaitement individualisé, et qu'il peut provenir du réseau basophile lui-même dont certains granules plus volumineux résisteraient davantage à la décoloration et seraient par suite visibles même lorsque les tractus qui constituent la trame ont disparu. Il n'est pas possible de triompher de l'argument d'une façon indubitable. Les colorants nucléaires employés : violet de gentiane, bleu polychrome et surtout l'hématéine donnent des résultats moins nets que l'hématoxyline au fer. Mais la théorie du noyau transitoire reprend toute sa valeur lorsque le point nucléaire occupe l'un des pôles de l'élément opposé à la formation basophile. Dans ce cas il est parfaitement indépendant du système chromatique central avec lequel il ne peut être confondu, puisqu'il se trouve séparé de cette vésicule par une bande plus ou moins large de protoplasme.

Ainsi donc, certaines cellules présentent à ce stade un grain nucléaire et un système basophile, véritable corps central formé par un assemblage de tractus chromatiques, claviculaires, tantôt spiralés, tantôt placés parallèlement entre eux, parfois enfin, offrant une structure radiée. L'allure de ce réseau présente en quelque sorte l'aspect d'un noyau vésiculeux ; il se divise amitotiquement par étirement. Enfin, dans un certain nombre de microorganismes, on aperçoit, surtout après la fixation et coloration au Lavdowsky, bleu polychrome, des corpuscules métachromatiques, généralement très abondants dans les cellules et paraissant surtout disposés dans le cytoplasme ; ils sont plus rarement visibles dans le système nucléaire central. Nous n'avons pas jugé utile de terminer le développement complet du microorganisme, cette étude ayant été poussée très à fond par Guilliermond.

Bacillus mycoides présente par conséquent à la 12^e^ et 24^e^ heure de son développement un petit grain nucléaire transitoire concurremment avec un réticulum basophile et des corpuscules métachromatiques.

CHAPITRE IV

CONCLUSIONS

Les recherches que nous avons entreprises sur la cytologie des Bactériacées jointes aux observations publiées par un certain nombre de cytologistes, nous permettent de penser que le polymorphisme structural de ces microorganismes n'en est pas un. En dehors des Bactéries asporées qui ont été peu étudiées, des Spirilles qui ne paraissent pas devoir être rangées au point de vue systématique parmi les Bactériacées, il y a tout lieu de supposer que les Bactéries endosporées n'offrent pas toutes la même structure interne. Pour notre compte, nous pensons que la morphologie des Bactéries endosporées peut être classée suivant différentes catégories.

La Bactérie présente un noyau transitoire, auquel succède un véritable chromidium issu du noyau lui-même, qui entre en caryolyse. Ce cas s'observe avec une netteté particulière, une rigueur presque classique dans la Bactéridie charbonneuse. Le noyau offre ici l'aspect d'un gros granule, dense, homogène, à contours admirablement définis et prenant avec avidité les colorants nucléaires. Les observations de Wager, de Trambusti et Galeotti, de Schaudinn sur *Bacillus Bütschlii* sont particulièrement convaincantes. Celles de Schaudinn, en particulier, sont pleines d'intérêt. Cet auteur signale en effet dans la grosse Bactérie qu'il a examinée, chez les cellules jeunes, issues du développement de la spore, deux petits granules polaires qui ne sont pas mis en évidence sur les préparations vitales, mais qui apparaissent avec netteté sur les préparations fixées et colorées. Cet organite essentiellement transitoire disparaît rapidement et n'est plus perceptible dans les bâtonnets adultes. Il existe ici une différence avec le bacille du charbon, c'est que le grain nucléaire observé, et que l'auteur n'interprète pas, existe concurremment avec le réticulum basophile et qu'on ne peut retrouver comme dans Bacillus anthracis, l'évolution du noyau vers le chromidium. Dans Bacillus butschlii ces deux formations coexistent donc au lieu d'être successives. Matruchot et Molliard décrivent dans Stichococcus bacillaris un noyau d'abord parfaitement caractérisé qui paraît ensuite évoluer vers le chromidium. Karel Kruis et Rayman observent dans les Bacilles qu'ils ont étudié, d'abord un ou deux noyaux circulaires et nets contenus dans un protoplasme dense, puis notent ensuite un cytoplasme alvéolaire. Mencl, dans les Cladothrix, admet le polymorphisme bactérien et constate qu'un noyau bien caractérisé peut, chez ces organismes, évoluer vers un chromidium. De son côté, Swellengrebel dans un Bacille, ***Bacterium binucleatum***, dans ***Calothrix fusca*** et ***Sphærotilus natans***, des Cyanophycées; Perrin, dans ***Tripanosoma balbiani***, Petschenko, dans ***Bacillopsis stylopygæ***, Hœlling, dans un bacille de ***Fusiformis termitidis***, Amato, dans les Bacilles de la pomme de terre et subtil, décrivent des aspects sensiblement identiques.

a) Ainsi donc, dans un premier mécanisme morphologique, les Bactéries endosporées peuvent présenter un noyau, coexistant avec le reticulum basophile pendant les premières heures du développement (observation de Schaudinn sur ***Bacillus Bütschlii***, nos observations sur ***Bacillus mycoides***).

b) Dans un deuxième mécanisme, les Bactéries endosporées présentent un noyau volumineux et dense, donnant naissance à un réticulum basophile diffus ou système nucléaire central de remplacement, idiochromidium duquel naîtra la spore (***Bacillus anthracis***).

c) Il est également possible, chez ces organismes, d'observer la coexistence du noyau pendant toute la durée du développement bactérien avec la formation basophile qui évolue (***Bacillus megatherium***) et qui doit être assimilée à une espèce de chromidium ou plutôt de formation mitochondriale, mécanisme de régulation qui permet peut être au noyau de se délester d'une partie de sa chromatine, afin que la Kernplasmarelation soit satisfaite. Dans ce cas, la spore provient directement du noyau, observation qui est conforme à celle de Kunstler sur ***Bacteriodomonas sporifera***.

d) Enfin, nous ne nions pas absolument qu'il puisse exister chez certaines Bactéries une formation chromidiale unique, ainsi que les recherches de Guilliermond et de Schaudinn, les travaux d'Ambroz et de Dobbel, ceux de Swellengrebel semblent l'attester.

D'après nos conceptions sur la structure des Bactéries endosporées, nous pensons que tous ces cas particuliers peuvent être ramenés à un seul.

Il y aurait d'abord chez les Bactéries endosporées une formation nucléaire, à laquelle succède une formation chromidiale.

La nucléose pourra être excessivement transitoire comme dans Bacillus butschlii où l'organite nucléaire est en voie de disparition. Ce noyau pourrait même disparaître complètement auquel cas le chromidium subsiste seul (théorie de Schaudinn et de Guilliermond). Souvent cependant le noyau apparaîtra sous forme d'un grain admirablement défini, comme dans *Bacillus anthracis*, puis évoluera ensuite. Enfin, pendant toute la durée du développement, organite nucléaire et formation chromidiale pourront coexister (*Bacillus Megatherium*).

Quant à la place qu'occupent les Bactéries endosporées dans la systématique, nous sommes encore très peu fixé à cet égard. Il nous semble qu'elles constituent un groupement très hétérogène, que leur polymorphisme est considérable, certaines pourraient être rapprochées des champignons Ascomycètes, *Bacillus Gammari*, d'autres ont des points de commun avec les Cyanophycées (*Sphærotilus natans*) quelques-unes tendent vers les Protozoaires (*Bacillus Bütschlii*). Peut-être que des Bactéries s'irradient les êtres monocellulaires, animaux ou végétaux, plus élevés en organisation ?

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1° Dans ce travail, nous avons indiqué un certain nombre de liquides fixateurs à point de congélation évoluant aux environs de -0°7 et qui, par suite, sont moins brutaux que les fixateurs habituellement employés en histologie.

2° Nous avons montré l'impérieuse nécessité qu'il y avait à se servir, en cytologie microbienne, de plusieurs fixateurs et de teintures nucléaires différentes.

3° En vue de vérifier les récents travaux de Wager qui distinguait dans les levures deux formations nucléaires, nous avons entrepris l'étude d'*Endomyces albicans*; dans les deux formations de Wager, nous reconnaissons notre organite nucléaire et notre vacuole à corpuscules métachromatiques, alors que Wager assimilait à tort, la première de ces formations à un nucléole et la seconde à une vésicule nucléaire. Nos résultats corroborent les recherches anciennes de Guilliermond relatives à la structure des levures et infirment celles de l'auteur anglais entachées d'erreur.

4° Nous avons apporté une contribution à la genèse, la physiologie et la microchimie des corpuscules métachromatiques (Endomyces albicans).

5° Nous avons également apporté une contribution à l'étude de la formation basophile d'*Endomyces albicans*, à sa genèse, à ses caractères de coloration. En dépit de recherches de Kohl et de Guilliermond, effectuées il est vrai sur des levûres, nous persistons à admettre que cette formation n'est pas constituée par un ensemble de granulations, réparties aux nœuds du réticulum cytoplasmique, mais qu'elle est constituée par un véritable réseau basophile diffus indépendant, comme le démontrent l'action de certains fixateurs qui produisent une rétraction complète de ce réticulum, et surtout l'évolution de cette formation au cours du développement, ses rapports avec le noyau, sa participation dans le bourgeonnement.

6° Dans une étude minutieuse de *Bacillus Anthracis*, nous avons démontré que chez cet organisme il existe un noyau bien défini, morphologiquement et chromatiquement, se divisant par une amitose spéciale et engendrant une formation chromidiale (Idiochromidium) qui donnera finalement naissance à la spore.

Nous avons également suivi l'évolution des corpuscules métachromatiques dans le bacille, évolution qui passe par deux maxima. Nous attribuons à ces corpuscules, aussi bien dans ce cas, que dans les exemples précédents, un rôle de substances de réserve, nous rattachant ainsi à l'hypothèse, aujourd'hui généralement admise.

7° Nous avons mis en évidence dans *Bacillus megatherium* un organite nucléaire, constant à tous les stades du développement existant concurremment avec une formation basophile diffuse qui pourrait être considérée, à certains points de vue, comme une véritable formation mitochondriale. Le noyau et la formation basophile interviennent tous deux dans l'édification de la spore.

8° Nous avons décrit le développement partiel de *Bacillus mycoides* (stade jeune) et terminons notre travail par une hypothèse relative à la structure des Bactéries endosporées et à leur place dans la Systématique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

A. — BIBLIOGRAPHIE DES LEVURES

[1] Guilliermond. — Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes levures. (Storck, Lyon, 1902. — Paris, th. doctorat ès-sciences nat.)

[2] Guilliermond. — *Revue Générale de Botanique*, 1903 (résumé).

[3] Guilliermond. — Sur le noyau de la levure. (*Ann. Mycol.*, t. II, nº 2. 1904.)

[4] Guilliermond. — Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Endomycétées. (*Revue Générale de Botanique*, t. XXI, 8 pl., 1909.)

[5] Guilliermond. — Remarques sur Endomyces fibuliger. (*C. R. Société Biologie*, 1910.)

[6] Guilliermond. — Nouvelles observations sur la cytologie des levures. (*C. R. Ac. des Sciences*, 1910.)

[7] Guilliermond. — Remarques critiques sur différentes publications parues récemment sur la cytologie des levures et quelques observations nouvelles sur la structure de ces champignons. (*Centr. für. Bakt.*, Abt. II, t. LXXVI, 1910.)

[8] Fuhrmann. — Die Kerntheilung von Sacch. ellipsoïdeus I, Hansen, bei der Sproszbildung. (*Centr. für Bakt.* Abt. II, Bd XV, 1905.)

[8 bis] Hirschbruch. — Die Fortpflanzung der Hefen. *Centr. fur Bakt.*, t. IX, 1902. Abt. II. — Die Fortpflanzung der Hefezelle. (*Centr. für Bakt.*, t. IX, 1902, Abt. II.)

[9] Janssens et Mertens. — Etude microchimique et cytologique d'une torula rose. (*La Cellule*, t. XX, 1903.)

[10] Janssens. — A propos du noyau de la levure. (*La Cellule*, t. XX, 1903.)

[11] F.-G. Kohl. — Ueber das Glycogen und einige Erscheinungen bei der sporulation der Hefe. (*Ber. der deutsch. Bot. Gesell.*, f. 2, 1907.)

[12] F.-G. Kohl. — Die Hefepilze. — (Quelle et Meyer, Leipzig, 1908.)

[13] D. OTTOLENGHI. — Ueber die feinere struktur der Hefen. (*Centr. für Bakt.* Abt. II, t. XXV, 1909).

[14] SWELLENGREBEL. — Sur la division nucléaire de la levure pressée. (*Ann. Inst. Past.*, t. XIX, 1905).

[15] WAGER and PENISTON. — Cytological observation on the Yeast plant. (*Annals of Botany*, 1910.)

Des difficultés matérielles nous ont empêché de donner à ces chapitres toute l'importance qu'ils comportent.

B. — BIBLIOGRAPHIE DES CORPUSCULES MÉTACHROMATIQUES

[1] BABÈS. — Congrès international d'hygiène, 1887.

[2] BABÈS. — Beobachtungen über die metachromatischen Kôrperchen. (*Zeitschr. für Hygien.*, Bd XX, 1895).

[3] BUNGE. — Ueber Sporenbildung bei Bakterien (Fortsch. d. med., 1895).

[4] BÛTSCHLI. — Weitere Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien, (Leipzig, 1896).

[5] CRATO. — Die Physode. (*Ber. der. deutsch. bot. Gesel.*, Bd X. Heft. 6).

[6] ERNST. — Ueber Kern und sporenbildung in Batkterien. (*Zeitsch, für Hyg. und Infektund k.*, 1889, Bd V).

[7] ERNST. — Ueber den Bau der Bakterien. (*Centralblatt für Bakt.*, Abt. II, Bd VIII, 1902).

[8] FANTHAM AND PORTER. — (*Centralblatt für Bakt.*, 1909).

[9] GRIMME. — (*Centralblatt für Bakteriologie*, Bd XXXII, 1902).

[10] GUILLIERMOND. — (*C. R. Ac. des Sciences*, 1901).

[11] GUILLIERMOND. — Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à forme levures. (Storck., Lyon, 1902).

[12] GUILLIERMOND. — Sur la présence des corpuscules métachromatiques dans les Bactéries. (*Lyon Médical*, juillet 1902).

[13] GUILLIERMOND. — A propos de la communication de M. Behring au Congrès de la Tuberculose. (*Lyon Médical*, octobre 1905).

[14] GUILLIERMOND. — Sur les grains de sécrétion des Cyanophycées. (*C. R. Société Biologie*, 1905).

[15] GUILLIERMOND. — Etude cytologique des Cyanophycées. (*Rev. gén. de Botanique*, t. XVIII, 1906).

[16] GUILLIERMOND. — Observations cytologiques sur la germination des graines de Graminées. (*C. R. Ac. des Sciences*, 1906).

[17] Guilliermond et Beauverie. — Note préliminaire sur les globoïdes et certaines granulations des graines ressemblant par quelques-unes de leurs propriétés aux corp. métachrom. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1906).

[18] Guilliermond. — Nouvelles recherches sur la cytologie des graines de Graminées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1907).

[19] Guilliermond et Mawas. — Caractères histochimiques des granulations des Mastzellen et rapport de ces corps avec la volutine des protistes. (*C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, 1908).

[20] Guilliermond. — A propos des corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. (*Archiv für Protistenk.*, Bd XVIV, 1910).

[21] Hambürger. — Zur Kentniss der Dunaleilla salina und einer Amöbe aus Salinenwasser von Cagliari. (*Arch. für Protistenk.*, 1905).

[22] Krompecher. — Présence des corpusc. métachr. dans les Bactéries à spores. (*Centralb. für Bakt.*, 1901).

[23] Kunstler et Busquet. — Recherches sur les grains rouges. (*C. R. Ac. des Sciences*, 1987, t. 128).

[24] Lauterborn. — Untersuchungen über Bau, Kerntheilung und Bewegung der Diatomeen, (Leipzig, 1896.)

[25] Maire. — (*Annales mycologici*, 1903).

[26] Marx et Woithe. — Ein Verfahren zur virulenz Bestimmung der Bakterien. (*Centralb. für Bakt.*, 1901).

]27] Matruchot et Molliard. — Variations de culture sous l'influence du milieu de Stichococcus bacillaris. (*Revue générale de Botanique*, T. XIV, 1902).

[28] A. Meyer. — Praktikum der botanischen Bakterienkunde. (Iéna, G. Fischer, 1903).

[29] A. Meyer. — Unterschungen überVerbreitung, morphologie und Chemie des volutins, (*Botanische Zeitung*, 1904).

[30] Reichenow. — Arbeit a.d. Gesundheitsamt, Bd. 33, Heft 1, 1909.

[31] Swellengrebel. — La volutine chez les Trypanosomes. (*C. R. Soc. Biol.*, 1908).

[32] Villard. — Contribution à l'étude cytologique des Zoochlorelles. (*C. R., Ac. des Sc.*, 1903).

C. — BIBLIOGRAPHIE DES BACTÉRIES

[1] Amato. — Ueber die feinere struktur der Bakterien. (*Centr. für Bakt.*, Abt. I, Bd 48, 1908.)

[2] Ambroz. — Beitrag. zur Cytologie der Bakterien.(*Centr. für Bakt.*, Abt. I, Bd 51, 1909.)

[3] Bosc. — Recherches sur la structure et l'appareil nucléaire des Trypanosomes. (*Archiv für Protist.*, T. V, 1905.)

[4] Bütschli. — Weitere Ausführungen uber den Bau des Cyanophyceen und Bakterien, Leipzig, 1896. — Bemerkungen uber Cyanophyceen und Bacterien. (*Archiv für Protist.* Bd I, 1902.

[5] Calkins. — Evidence of a sexual life cycle in the life history of Amœba proteus. (*Archiv für Protist.*, T. V, 1905.)

[6] Caullery et Mesnil. — Structure nucléaire de Fœttingeria actiniarum. (*C. R. Soc. Biol.*, 1903.)

[7] Dangeard. — Structure de Chromatium Okenii. (*Bull. soc. Bot. de France*, T. LVI, 1909.)

[8] Dobbell. C. — Notes on some parasitic Protists. (*Quart. Journ. of Microg.*, 1908, T. LII.)

[9] Dobbell. C. — On the socalled method of spore formation in the disporic Bacteria. (*Quart. Journ. of Microg. Sc.*, T. LIII, 1909.)

[10] Dobbell. C. — Some observations on the Infusorian Parasitic in Cephalopoda. (*Quart. Journ. of Microg. Sc.*)

[11] Dobell. C. — Chromidia and the binuclearity hypothesis. (*Quart. Journ. of. Micrograph. Sc.*, 1908-09.)

[12] Ernst. — Ueber den Bau der Bakterien. (*Centralblatt für Bakt.*, 1902, t. VIII.)

[13] Fantham. — The chromatine masses of Piroplasma bigeminium. (*Quart. Journ. of Microg. Sc.*, 1907.)

[14] Fauré-Frémiet. — Etudes sur les mitochondries des Protozoaires et des cellules sexuelles. (*Arch. Anat. Microscop.*, t. XI, 1909.)

[15] Federowitsch. — Ueber die Körnigkeit der Bakterien. (*Central. für Bakt.*, Abt II, Bd 8, 1902.)

[16] Georgevitch. — Note préliminaire sur la formation et la germination des spores dans Bac. thermoph. Jivoïni. (*C. R. Soc. Biol.*, LXVII, 1910.)

[17] Gonder. — Beitrâge zur Kentniss der Kernverhâltnisse bei den, in Cephalopoden sehmarotzenden Infusorien. (*Archiv für Prot.*, T. V, 1905).

[18] Guilliermond. — L'appareil chromidial des Cyanophycées et sa division. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1905. — *C. R. Soc. Biol.*, 1905).

[19-20] Guilliermond. — Contribution à l'étude cytologique des Bactéries. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1906. — *C. R. Soc. Biol.*, 1907).

[21] Guilliermond. — Contribution à l'étude cytologique des Bacilles endosporés. (*Archiv für Protist.*, Bd XII, 1908).

[22] Guilliermond. — A propos de la structure des Bacilles endosporés (Réponse à M. Mencl). (*Archiv für Protist.*, Bd XIX, 1910).

[23] Hertwig. — (*Archiv für Protist.*, 1902, T. I).

[24] Hertwig. — Kerntheil, Richtungs Korperbild und Befruchtung von Actinosphœrium. (Abh. k. Bay. Akad. Wiss., XIX, 2).

[25] Hertwig. — Ueber den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanz (*Sitz. bei. Gesellsch. für Morphol. und Physiologie. München.*, 1907).

[26] Hertwig. — Ueber neue Probleme der Zellenlehre. (*Archiv für Zellforschung.*, T. I^er^, 1908).

[27] Hœlling. — Die Kernverhältisse von Fusiformis termitidis. (*Arch. für Protist.*, Bd 1910).

[28] Hueppe. — Methoden der Bakterien forschung. (*Fortsch. der Méd.*, V, 1891).

[29] Klebs. — Allgemeine Pathologie, Bd I, 1887.

[30] Karel Kruis und Bohnslaw Rayman. — Des noyaux des Bactéries. (*Bulletin international de l'Ac. des Sc. de Bohême*, 1904).

[31] Kunstler et Gineste. — Note sur un Spirille. (Congrès des Anatomistes, Toulouse, avril 1904).

[32] Kunstler et Gineste. — Contribution à la morphologie générale des Protozoaires supérieurs. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1906, t. 142).

[33] Kunstler et Busquet.— Sur la valeur nucléaire du corps central des Bactériacées. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1897, T. CXXV).

[34] Kunstler. — Remarques sur certains points de l'histoire de la vie des organismes inférieurs. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1900, T. CXXX).

[35] Matruchot et Molliard. — Variation sous l'influence du milieu de la structure de Stichococcus bacillaris. (*Rev. gén. Bot.*, T. XIV, 1902).

[36] Mencl. — Einige Beobachtungen uber die struktur und sporenbildung bei symbiotischen Bakterien. (*Centr. für Bakt.*, Abt. II, Bd XII, 1904).

[37] Mencl. — Cytologisches über die Bakterien der Prager Wasserleitung. (*Centralb. für Bakt.*, Abt. II, Bd XV, 1905).

[38] Mencl. — Eine Bemerkung zur Organisation der Periplaneta Symbionten. (*Archiv für Protistenk.*, T. X, 1907).

[39] Mencl. — Noyaux des Bactéries et cloisons transversales de Guilliermond. (*Arch. für Protistenk.*, 1909.)

[40] Mesnil. — Chromidies et questions connexes. (*Bulletin Inst. Past.*, T. III, 1905).

[41] Meyer. — Die Zellkern der Bakterien (*Flora*, T. XCVIII, 1908).

[42] Meyer). — Studien über die Morphologie und Entwickelungsgeschichte der Bakterien, Ausgeführt an Astasia asterospora und Bacillus tumescens. (*Flora*, T. 84, 1897).

[44] Nakanischi. — Ueber den Bau der Bakterien. (*Central. für Bakteriologie*, Abt. I, T. XXX, 1901).

[45] Perrin. — Life history of Trypanosoma Balbiani. (*Archiv. für Protistenk.*, Bd VII, 1906.)

[46] Petschenko. — Sur la structure et le cycle évolutif de Bac. stylopygæ. (*Bull. Ac. des Sc. Cracovie*, 1908).

[47] Popoff. — Experimentelle Zellstudien. (*Archiv für Zellforschung*, T. I, 1908).

[47 bis] Preisz. — Studien über die Morphologie und Biologie des Milzbrand Bacillus. (*Central. für Bakt.*, Abt. I, T. XXXV, 1904).

[48] Protopopoff. — Sur la question de la structure des Bactéries. (*Ann. Inst. Past.*, T. V, 1891).

[49] Rudzicka, V. — Weitere Untersuchungen über den Bau und die allgemein biologische Natur der Bakterien. (*Archiv für Hygien.*, 1903, 1904, 1908.)

[50] Rudzicka, V. — Die Cytologie über sporenbildenden Bakterien und ihr Verhaltniss zur Chromidienlhre. (*Centr. für Bakt.*, Abt. II, T. XXIII, 1909).

[51] Schaudinn. — Beitrage zur Kentniss der Bakterien und verwandter Organismen. (*Archiv für Protistenk.*, Bd I, 1902; Bd II, 1903).

[52] Sjöbring. — Uber Kerne und Teilungen bei Bakterien. (*Centr. für Bakt.*, Abt. I, Bd XI, 1892).

[53] Swellengrebel. — Zur Kentniss der Cytologie des Bakterium binucleatum. (*Centr. für Bakt.*, Abt. II, T. XIX, 1907).

[54] Swellengrebel. — Sur la cytologie comparée des Spirochètes et des Spirilles. (*C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 1907).

[55] Swellengrebel. — Zur Kentniss der Cytologie von Bacillus maximus buccalis. (*Centr. für Bakt.*, Abt. II, T. XVI, 1906.).

[56] Swellengrebel. — Sur la cytologie de Sphærotilus natans. (*C. R. Soc. Biol.*, juillet 1908, T. LXV.)

[57] Trambusti et Galeotti. — Neuer Beitrag zum Studium der inneren struktur der Bakterien. (*Centr. für Bakt.*, Abt. I, T. XI, 1892.)

[58] Vejdovsky. — Bemerkungen über den Bau und Entwickelung der Bakterien. (*Centrabl. für Bakt.* Abt. II, T. VI, 1900.)

[59] Vejdovsky. — Uber den Kern der Bakterien und seine Teilung. (*Centralblatt für Bakt.*, Abt. II, T. XI, 1904.)

[60] Wager. — On a nuclear structure in the Bacteria. (*Annals of Botany*, T. V, 1891.)

[61] Zettnow. — Ueber Swellengrebels Chromatin bänder in Spirillum volutans. (*Centralblatt für Bakt.*, Abt. I, T. XLVI.)

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 1. — **ENDOMYCES ALBICANS (formes levures)**

N°	FIXATION	COLORATION	JOUR	MILIEU	FORMATIONS DÉCELÉES
0	0	Vitale rouge neutre	6	Carotte	Corpusc. métachromat.
1, 2, 4	0	» »	2	»	» »
3	0	» »	3	»	» »
[5–7]	Lavdowsky	Laque ferrique éosine	6	»	Formation basophile
8	Bouin	» »	4	»	Form. bas. et C. M.
9	»	» »	5	Betterave	Formation basophile
10, 22	Alcool	» »	5	Carotte	Formation basophile rétractée
34	»	» »	6	»	
43, 44, 45	»	» »	3	»	
21	Lavdowsky	» »	6	»	Formation basophile
[11–16]	Alcool	Hématéine éosine	2	Pomme de terre	Noyau et C. M.
[17–20]	Perenyi	» »	6	Carotte	Noyau
[23–27]	Alcool	Bleu de Unna	1	Pomme de terre	Form. basop. rétractée
28	Bouin	» »	3	Carotte	C. M.
[29–31]	Lavdowsky	» »	3	»	C. M.
[32, 33]	»	» »	6	»	C. M. dissous
35–39	Bouin	» »	6	»	Formation basophile
[36–38]	Perenyi	» »	3	Pomme de terre	Noyau
[40–42]	Lavdowsky	Hématéine éosine	4	Carotte	C. M. et noyau

Planches 2 et 3. — **ENDOMYCES ALBICANS (formes filamenteuses)**

CULTURE SUR GÉLOSE SACCHAROSÉE

Nº	FIXATION	COLORATION	JOUR	FORMATIONS DÉCELÉES
1, 2	0	Rouge neutre	1	Corpuscules métachromatiques
3, 4, 5	0	»	3	Corpuscules métachromatiques et noyau
[6–9]	0	»	6	Corpuscules métachrom. dissous, noyau
10, 11	Perenyi	Laque ferrique éosine	2	Formation basophile et C. M. en 10
12	Formol acétique	» »	4	» »
13	Perenyi	» »	2	Noyau
14	Formol acétique	» »	4	»
15, 16	» »	» »	7	Formation basophile
[17–19]	Bouin	» »	7	» »
20	»	» »	2	» »
21, 26	Perenyi	» »	2	» »
22, 24	Bouin	» »	4	» »
23	Formol acétique	» »	7	» »
25, 27	Alcool	» »	4	Formation basophile rétractée
[28–32]	»	Bleu Unna	2-7	Formation basoph. rétractée, C. M. noyau
[33–36]	Bouin	»	2	C. M. et formation basophile
37, 38	»	»	4	C. M. et noyau
39–45	Perenyi	»	7	Noyau et formation basophile
[46–54]	»	Hématéine éosine	2-4	Noyau
[55–58]	Bouin	» »	2	Noyau et C. M.
[59–62]	»	» »	4	Noyau et C. M.
[63–67] [68–72]	Alcool	Violet gentiane	2	Noyau, C. M. et formation basophile rétractée

Planches 4 et 5. — **BACILLUS ANTHRACIS**

CULTURE SUR GÉLOSE

N°	FIXATION	COLORATION	HEURE	STADE	FORMATIONS DÉCELÉES
[1–4]	Perenyi	Laque ferrique éosine	6	1	Traînées nucléaires C. M.
[5–8]	Lavdowsky	Bleu de Unna	6	1	
[9–16]	Sublimé alcoolique	Laque ferrique éosine	12	2	Noyau vésiculeux
[17–20]	Perenyi	» »	19–24	3 (a)	Noyau vésiculeux évoluant vers le noyau plein
21	Sublimé alcoolique	» »	19–24	3 (a)	
[22–25]	Perenyi	» »	19–24	3 (a)	Noyau plein
[26–28]	»	Hématéine éosine	24	3 (b)	»
[29–31]	»	Laque ferrique éosine	24	3 (b)	»
32, 33	»	Bleu de Unna	24	3 (b)	»
34, 35	»	Safranine	24	3 (b)	»
[37–40]	»	Violet de gentiane	24	3 (b)	»
36	Lavdowsky	Bleu de Unna	24	3 (b)	Corpusc. métachromatiques
[41–43]	»	Laque ferrique éosine	36	4 (a)	Noyau diffus
44, 45	Perenyi	» »	36	4 (a)	» caryolyse du noyau plein
46, 47	»	Bleu de Unna	36	4 (a)	» stade de transition
48, 49	»	Hématéine éosine	36	4 (a)	» cellule bulleuse
50	»	Violet de gentiane	36	4 (a)	Noyau diffus
51, 52	Lavdowsky	Laque ferrique éosine	48	4 (b)	»
53, 54	Perenyi	» »	48	4 (b)	»
55 56	»	Hématéine éosine	48	4 (b)	»
57	Lavdowsky	» »	48	4 (b)	» et C. M.
60, 61	»	Bleu de Unna	48	4 (b)	» »
58, 59	Perenyi	»	84	4 (b)	Noyau diffus
[62–65]	»	Laque ferrique éosine	66–78	5	Sporogénèse
[66–68]	»	Bleu de Unna	66–78	5	»
[69–71]	»	Violet de gentiane	66–78	5	»
[72–75]	»	Laque ferrique éosine	84	6	Spore
[76–78]	»	Bleu de Unna	84	6	»
79, 80	»	Violet de gentiane	84	6	»

PLANCHES 6 et 7. — BACILLUS MEGATHERIUM

CULTURE SUR GÉLOSE

N°	FIXATION	COLORATION	HEURE	STADE	FORMATIONS DÉCELÉES
1-4, 34	Lavdowsky	Bleu de Unna	36	1	C. M. indifférenciation cellulaire.
[5-9]	Perenyi	»	36	1	Noyau
[10-14]	»	Laque ferrique éosine	36	2	»
[15-16]	Lavdowsky	» »	36	2	»
[17-19]	Perenyi	Safranine	36	2	»
[20-22]	»	Hématéine éosine	36	2	»
23	Lavdowsky	» »	36	1	C. M. indifférenciation cellulaire.
[24-33]	Perenyi	Violet de gentiane	36	2	Noyau et formation basophile condensée
35-36	»	Bleu de Unna	62	3	Noyau
[37-39]	»	Safranine	62	3	Noyau et formation basophile diffuse
[40-42]	»	Hématéine éosine	62	3	Noyau
43, 44	»	Laque ferrique éosine	62	3	Noyau et form. basop. diffuse
45 46	Lavdowsky	» »	62	3	» » »
[47-49]	Perenyi	Violet de gentiane	62	3	» » »
50	»	Bleu de Unna	62	4	Sporogénèse et noyau condensé
52	»	»	62	4	» » »
53, 54	»	Safranine	62	4	Sporogénèse
[57-59]	»	Hématéine éosine	62	4	»
[61-63]	»	Laque ferrique éosine	62	4	»
69, 70, 74	»	Violet de gentiane	62	4	»
51	»	Bleu de Unna	62	5	Spore
55-56	»	Safranine	62	5	»
60	»	Hématéine éosine	5e jour	5	»
[64-68]	»	Laque ferrique éosine	»	5	»
[71-73]	»	Violet de gentiane	»	5	»

Planche 8. — BACILLUS MYCOIDES

CULTURE SUR GÉLOSE

N°	FIXATION	COLORATION	HEURE	FORMATIONS DÉCELÉES
1	Zenker	Laque ferrique éosine	24	Formation basophile
2	Alcool	» »	24	Noyau et format. basop.
[3-8]	Perenyi	» »	24	» »
[9-12]	Zenker	» »	24	Noyau
[13-15]	Alcool	» »	24	Formation basophile
16	Zenker	» »	24	» »
[17-20]	Lavdowsky	Bleu de Unna	240	Corpusc. métachromat.

Dessins effectués avec l'objectif à immersion au 1/18 et l'oculaire compensateur 9 (Stiassnie).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Viktor Grafe : **Studien über das Anthokyan, III**. (*Sitzungsberich. der kaiserl. Akademie der Wissenschaft. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse*, 1911).

Continuant ses recherches chimiques sur les pigments anthocyaniques, V. Grafe a étudié la matière colorante des pétales du *Pelargonium zonale*. Ces organes renferment deux pigments : l'un, de couleur rouge foncé, cristallise en aiguilles groupées en rosettes; l'autre, coloré en brun foncé, n'a pu être obtenu à l'état cristallisé.

Le pigment cristallisé répond à la formule $C^{18}H^{26}O^{13}$. Il fond à 270°. Sa molécule renferme deux groupements —OH, trois groupements acides $—CO^2H$, et deux groupements aldéhydiques —COH. Cette substance est susceptible de dialyser. Elle précipite par l'acétate de plomb en donnant une combinaison colorée en violet foncé. Chauffé en présence des acides, ce pigment cristallisé ne donne pas naissance à un sucre réducteur.

La matière colorante amorphe a pour formule $C^{24}H^{44}O^{20}$; elle ne dialyse pas, et ne précipite pas par l'acétate de plomb. Hydrolysée au moyen d'un acide, elle fournit du dextrose.

L'auteur fait observer qu'on pourrait concevoir de la manière suivante les relations existant entre le pigment cristallisé et le pigment amorphe.

$$C^{24}H^{44}O^{20} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{18}H^{34}O^{15}$$
$$C^{18}H^{34}O^{15} - 4\ H^2O + O^2 = C^{18}H^{26}O^{13}$$

Le pigment glucosidique amorphe, hydrolysé, donnerait naissance à une molécule de dextrose et à un corps hypothétique $C^{18}H^{34}O^{15}$; ce dernier fournirait, par séparation des éléments de l'eau accompagnée d'une oxydation, le pigment cristallisé $C^{18}H^{26}O^{13}$. Cependant, plusieurs observations faites par Grafe au cours de ses recherches permettent plutôt de penser que le pigment amorphe est un produit qui prend naissance pendant la décomposition du pigment cristallisé; c'est ainsi par exemple qu'au cours de la dessiccation des pétales, le produit amorphe augmente peu à peu tandis que le produit cristallisé diminue.

Grafe pense qu'il ne doit pas exister de chromogènes propres à l'anthocyane et susceptibles d'être considérés comme des proanthocyanes; il compte poursuivre ses recherches sur les pigments anthocyaniques pour tenter d'opérer la synthèse de ces pigments.

C'est à Viktor Grafe que nous devions déjà les connaissances les plus précises que nous possédions jusqu'ici sur la nature chimique de l'anthocyane; le récent Mémoire que je viens de résumer rapidement nous apporte une série de faits nouveaux. Je n'ai rendu compte ici que des résultats principaux signalés par l'auteur dans son Mémoire, mais ce dernier travail de Grafe renferme en outre beaucoup d'observations détaillées, de critiques sur les récents travaux publiés au sujet de la question de l'anthocyane, et d'idées originales relatives à la formation des pigments anthocyaniques en général. Je regrette que les limites d'un compte rendu ne me permettent pas d'exposer comme il le faudrait toutes les parties intéressantes de ce Mémoire dont l'auteur compte actuellement parmi ceux qui ont fait faire les progrès les plus importants à la question de la pigmentation chez les végétaux.

R. COMBES.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Julien **COSTANTIN**, Professeur de Culture au Muséum d'Histoire naturelle, a été élu Membre de l'Académie des Sciences, en remplacement de M. Edouard **BORNET**, décédé.

⁂

M. René **VIGUIER**, Préparateur au Muséum, a été nommé Maître de Conférences de Botanique coloniale (Fondation du Ministère des Colonies) à la Faculté des Sciences de Paris, en remplacement de M. **DUBARD**.

⁂

M. Eugène **COQUIDÉ** a soutenu avec succès, le 22 mars 1912, une thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris en vue d'obtenir le grade de Docteur ès sciences.

Le Mémoire de M. **COQUIDÉ** a pour titre : RECHERCHES SUR LES PROPRIÉTÉS DES SOLS TOURBEUX DE LA PICARDIE.

Lille. — Imp LE BIGOT Frères. Le Gérant : Ch. PIETERS.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Mai 1912

N° 281 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 MAI 1912

I. — INFLUENCE DES RAYONS X SUR LA GERMINATION, par **Mlle G. Promsy** et **M. P. Drevon** . . . 177

II. — UNE VANILLE APHYLLE DE MADAGASCAR, par **MM. H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bâthie** 198

III. — LES CONIDIOPHORES DES ERYSIPHACÉES, par **M. Foëx** 200

IV. — SIR JOSEPH DALTON HOOKER, par **M J. Beauverie** 207

V. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 215

Gustave Chauveaud. — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution.

Tansley A.-G. — Types of British Vegetation.

G. Capus et D. Bois. — Les produits coloniaux.

E. Küster. — Die Gallen der Pflanzen, Ein Lehrbuch für Botaniker und Entomologen.

VI. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 224

Planche contenue dans cette livraison

Planche 9. — *Influence des rayons X sur la germination du Lupin blanc.*

Cette livraison renferme en outre sept figures dans le texte

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

INFLUENCE DES RAYONS X SUR LA GERMINATION

Par Mlle G. PROMSY et M. P. DREVON

Les recherches jusqu'alors entreprises dans le but de reconnaître l'action des rayons X sur le développement des végétaux ont abouti à des résultats très variables. Il y aurait parfois eu une influence favorable, parfois, au contraire, une influence nuisible. Et ceci s'explique, croyons-nous, en dehors des différences spécifiques que peuvent présenter les graines, par les intensités plus ou moins grandes des rayons qu'ont employés les expérimentateurs et par des actions secondaires telles que celles du champ électrique, du dégagement d'ozone, de la température, qui peuvent s'ajouter à l'action propre des rayons X ou modifier la sensibilité de la graine à l'égard de ces rayons.

Nous avons ainsi été amenés à entreprendre quelques nouvelles expériences dans les conditions que nous allons préciser.

Dans une première partie de cette étude, nous étudierons l'action des rayons X sur la germination des graines de Lentille, de Blé, de Fève et de Lupin.

Dans la seconde partie, nous essaierons de reconnaître l'influence des rayons de Rœntgen sur le développement des Lupins et des Haricots, en y adjoignant une action thermique, suivant un mode que nous indiquerons plus loin.

A. — Action des rayons X à la température ordinaire.

Ces recherches préliminaires ont été faites à une température d'environ 15°. Dans chacune de nos expériences, où les conditions extérieures restaient les mêmes, nous avons fait varier : la durée de l'irradiation (de 1/2 heure à 1 heure par jour), le nombre des expositions successives, la qualité des rayons, c'est-à-dire leur degré de pénétration, la distance de l'ampoule à la culture irradiée.

Les graines étaient généralement divisées en trois lots semblables que nous placions dans une atmosphère humide, à l'obscurité. L'un de ces lots était irradié chaque jour pendant un temps variable, un second lot était transporté pendant le même temps à la lumière diffuse et le troisième était laissé à l'obscurité. L'action de l'éclairement et celle des rayons de Rœntgen pouvaient ainsi être facilement comparées.

LENTILLES. — Nous avons fait trois expériences avec ces graines dans des conditions un peu différentes que nous indiquerons successivement.

1re *expérience.* — Le 21 mars, trois lots semblables de graines de Lentille sont placés sur du buvard humide dans des boîtes de verre. Les boîtes sont maintenues à l'obscurité, mais l'une d'elles sera irradiée pendant une demi-heure chaque jour, tandis qu'une autre sera placée pendant le même temps à la lumière, la troisième culture servant de témoin.

Le tube producteur des rayons Rœntgen est placé à 30 cm. au-dessus des graines. Il émet des rayons variant entre les secteurs nº 8 à 10 du radiochromomètre Benoist.

Le 23 mars, nous voyons apparaître les radicules des Lentilles irradiées et ce n'est que le lendemain que l'on constate la germination dans les deux autres lots.

Nous arrêtons l'expérience le 25 mars, avant que les gemmules se soient développées. La longueur moyenne des radicules est alors :

Pour les lentilles irradiées........................	2 cm. 21
Pour les lentilles à la lumière	1 cm. 85
Pour les lentilles à l'obscurité.....................	1 cm. 86

L'allongement a donc été plus rapide sous les rayons X. L'examen microscopique de ces racines a donné lieu aux observations suivantes :

Dans la *région terminale* voisine de la pointe, les rayons X ont provoqué une sorte de contraction des cellules de l'écorce dont les parois apparaissent plissées sur les coupes. Les dimensions mêmes de l'ensemble de l'écorce sont réduites, puisque l'épaisseur, qui est de 285µ à la lumière n'atteint que 201µ chez les plantules irradiées ; ce qui donne un rapport de 0,70. Les rayons X ont encore eu pour effet de hâter la subérification des cadres endodermiques, différenciation qui ne se produit que plus tard chez les plantules normales.

Le cylindre central, dont la section est arrondie normalement, est ovalaire dans les plantules irradiées. Il y a, de plus, une réduction analogue à celle de l'écorce, puisque le diamètre, qui est de 294μ dans les racines exposées à la lumière, n'a que 270μ ou 240μ, suivant que l'on considère le plan antéro-postérieur ou le plan latéral, dans les plantules irradiées. Le rapport moyen est donc 0,86, ce qui indique une réduction moins importante que celle de l'écorce.

L'examen des coupes pratiquées à la *base de la racine* montre que les rayons X ont réduit l'épaisseur de l'écorce de 300 à 215μ ; ce qui donne un rapport de 0,75. Les parois des cellules sont encore plissées, mais d'une façon moins nette que dans les tissus plus jeunes.

La réduction du cylindre central est bien moindre ; le diamètre est de 300μ à la lumière, et est de 279μ chez les plantules irradiées, soit un rapport de 0,93. La réduction de la moelle est infime ; elle mesure 48μ au lieu de 51μ.

En définitive, les rayons X ont provoqué dans cette expérience :

1° Une légère avance de la germination.

2° Un plissement des parois des cellules corticales.

3° Une subérification plus rapide des cadres de l'endoderme.

4° Une réduction de l'écorce.

5° Une diminution de volume du cylindre central.

6° La réduction de l'écorce étant plus forte que celle de la stèle, il en résulte un changement de proportion de ces deux systèmes qui se traduit par une augmentation de volume des tissus conducteurs par rapport aux éléments parenchymateux.

2e *expérience.* — Les lentilles sont placées cette fois sur du coton de verre dans des boîtes contenant chacune la même proportion d'eau. L'exposition à la lumière, d'une part, et aux rayons X, de l'autre, est encore d'une demi-heure par jour ; mais, les couvercles en verre étant maintenus sur les boîtes, l'irradiation a été ainsi un peu atténuée. L'ensemencement ayant été fait le 27 mars, on constate le 31 un léger retard dans la germination des lentilles irradiées, à l'inverse de ce qui s'était produit dans la première expérience. Le 3 avril, le développement des plantules est à peu près semblables dans les trois cultures, mais le nombre de graines germées est inférieur dans la boîte irradiée, tandis qu'on y constate un envahissement considérable par les moisissures. A la fin de l'expérience, le 10 avril, les gemmules sont bien développées, les racines étant restées assez courtes dans les trois cas. Nous avons noté, toujours dans la boîte soumise aux rayons X, un développement de champignons vraiment extraordinaire.

La longueur des gemmules est à cette époque de 1 cm. 6 dans la culture irradiée, 2 cm. dans celle qui a été exposée à la lumière, 1 cm. 8 dans celle qui a été maintenue à l'obscurité.

Nous avons pesé 6 plantules séparées de la graine à l'état frais et à l'état sec, et voici les résultats obtenus :

	Poids frais	Poids sec	$\frac{\text{Poids frais}}{\text{Poids sec}}$
Rayons X	0 gr. 110	0 gr. 015	7,33
Lumière.........	0 gr. 140	0 gr. 020	7
Obscurité	0 gr. 135	0 gr. 020	6,75

On voit donc que les rayons X ont retardé le développement des plantules, puisque la taille, le poids frais, le poids de la substance sèche sont diminués. Il y a seulement une action favorable sur la turgescence. Il est à supposer que l'irradiation en favorisant le développement des champignons n'a eu qu'une influence nocive indirecte sur la germination des lentilles.

Nous avons recherché, d'autre part, si les rayons X ont modifié la structure de ces jeunes plantes et nous avons fait un examen microscopique des différents organes en des régions variées.

La racine n'offre aucune différence appréciable au point de vue de la morphologie externe.

L'écorce, dont l'épaisseur est de 425µ chez les plantules développées à l'obscurité, n'est que de 374µ dans les plantules irradiées; soit un rapport de 0,88. Le cylindre central est également réduit, mais la diminution est plus faible que pour l'écorce. Les diamètres sont de 340µ à l'obscurité et de 325µ sous les rayons X, le rapport étant 0,95.

La moelle, par contre, qui ne mesure que 40µ à l'obscurité, atteint 117µ chez les plantules irradiées, et sa partie centrale est dans ce dernier cas sclérifiée, l'îlot scléreux ayant un diamètre de 84µ. Le péricycle est lignifié chez les plantules soumises aux rayons X; il ne l'est pas dans les plantules témoins.

Dans la tige, nous ne relevons aucune différence pour la partie supérieure, mais vers la région moyenne nous constatons que :

1° L'écorce est plus épaisse chez les plantules irradiées (425μ au lieu de 306μ); le cylindre central aussi est accru (374μ au lieu de 200μ).

2° L'apparition des fibres péricycliques en face des faisceaux libéro-ligneux est hâtée.

3e *expérience*. — Le dispositif est le même que dans l'expérience précédente, mais la durée de l'irradiation est de une heure par jour au lieu d'une demi-heure. Les couvercles des boîtes sont enlevés pendant l'irradiation, qui s'effectue en deux fois, et généralement, une demi-heure le matin, une demi-heure dans l'après-midi.

Afin d'éviter le développement des moisissures qui avaient gêné l'évolution des plantules dans les expériences précédentes, nous avons stérilisé les lentilles et les boîtes au moyen d'une solution de sublimé au millième.

Le tube de Crookes est placé à 20 cm. au-dessus de la culture; il émet des rayons mesurant 8 à 10 au radiochromomètre Benoist.

L'ensemencement a été fait le 27 mai. Nous n'avons exposé la culture aux rayons X que lorsque les graines ont commencé à germer, c'est-à-dire le 30 mai. Les plantules ont été sacrifiées le 6 juin.

La culture soumise à l'influence quotidienne d'une heure à la lumière a eu un développement anormal, les conditions extérieures n'ayant pas été les mêmes. Nous ferons donc abstraction des résultats qu'elle nous a donnés. Voici ceux qui intéressent les plantules des deux autres lots.

	TAILLE	POIDS FRAIS	POIDS SEC	POIDS FRAIS / POIDS SEC
Rayons X.......	4 cm. 4	0 gr. 500	0 gr. 062	8,06
Obscurité.......	3 cm. 6	0 gr. 391	0 gr. 054	7,32

On voit que les rayons X, même employés à une dose assez forte, loin de gêner la germination, l'ont plutôt un peu favorisée.

Mais les résultats relatifs à la longueur des plantules ainsi qu'à leur poids frais et sec sont tout à fait inverses de ceux que nous obtenions dans l'expérience précédente; on voit donc qu'il ne faut pas trop vite généraliser, et que les résultats si contradictoires auxquels ont abouti les recherches des différents auteurs peuvent s'expliquer par les intensités variables des rayons qu'ils ont employés et par les diverses conditions de milieu.

Par l'examen histologique, on voit que à la base de la tige les dimensions de l'écorce et du cylindre central sont plus grandes chez les plantules irradiées (510μ au lieu de 340μ pour l'écorce; 357μ au lieu de 306μ pour le diamètre du cylindre central).

Dans la partie moyenne de la tige, le cylindre central demeure plus large sous les rayons X que dans les conditions normales (306μ au lieu de 289μ), mais l'épaisseur de l'écorce est maintenant plutôt diminuée (250μ au lieu de 272μ), et ceci s'explique par un léger plissement qui s'accuse à l'extrémité de la tige dans les tissus très jeunes.

Si nous rapprochons les résultats de ces trois expériences, nous remarquons que, dans la première, les rayons X ont accéléré la germination, mais que les radicules, si elles ont été plus allongées que chez les témoins, ont été aussi plus grêles. Dans la seconde expérience, la germination a été retardée et les plantules ont été moins vigoureuses que les témoins. Ce dernier résultat nous a semblé toutefois être la conséquence du rapide développement qu'ont présenté les moisissures dans la boîte exposée aux rayons X. Enfin, dans la troisième expérience, la germination a été plus rapide et les plantules plus vigoureuses dans la culture irradiée.

Au point de vue anatomique, nous avons observé, dans la première et dans la troisième expérience, un plissement des cellules corticales, et, dans la seconde expérience, une avance dans la sclérification du péricycle et dans la multiplication des fibres de cette assise au niveau des faisceaux libéro-ligneux, ainsi que l'apparition d'une colonne fibreuse au centre de la moelle. Enfin dans chacune des trois expériences il y a augmentation du volume du cylindre central par rapport à celui de l'écorce.

Blé. — Dans une première expérience, nous avons recherché comparativement l'action des rayons X et de la lumière sur la croissance des plantules, sur leur développement en poids sec et sur leur turgescence. Un second essai a été entrepris dans le but de reconnaître, au même point de vue, l'influence de la durée et du nombre des irradiations. Dans une troisième expérience, nous avons étudié les modifications anatomiques qui peuvent se produire après les irradiations.

1^re *expérience.* — Le blé est placé sur du coton de verre humide; l'irradiation est d'une demi-heure chaque jour. Le tube producteur des rayons X est placé à 30 cm.; il donne des rayons 8 à 10 du radiochromomètre Benoist. L'ensemencement ayant eu lieu le 24 mars, les plantules sont sacrifiées le 31. Nous donnons ci-dessous leur taille moyenne et le poids de dix d'entre elles, prélevées dans chacune des cultures et séparées des grains correspondants :

	TAILLE	POIDS FRAIS	POIDS SEC	POIDS FRAIS / POIDS SEC
Rayons X.......	6 cm. 9	1 gr. 313	0 gr. 143	9,18
Lumière.........	6 cm. 8	1 gr. 155	0 gr. 148	7,80
Obscurité	7 cm. 1	1 gr. 335	0 gr. 148	9,29

On sait que la lumière retarde la croissance des végétaux; bien que son action ne se soit exercée ici que pendant très peu de temps, elle a été suffisante pour pouvoir être appréciée, et nous pouvons constater que les rayons X, pendant le même temps et aux doses indiquées, ont agi dans le même sens.

Un autre effet bien connu de la lumière, c'est la diminution de la turgescence; ce phénomène est encore bien évident chez ces plantules de Blé. A ce point de vue, l'action des rayons X a été analogue à celle de la lumière, mais en a différé encore par son intensité, qui est bien moindre.

Mais où l'influence des rayons X a pu paraître nocive, c'est lorsqu'elle s'est exercée sur le poids sec, puisque la matière vivante débarrassée de son eau de constitution est en plus faible quantité chez les plantules irradiées.

2^e *expérience.* — Même dispositif que dans l'expérience précédente, mais le séjour à la lumière d'une part, aux rayons Rœntgen de l'autre, est d'une heure par jour au lieu d'une demi-heure. L'expérience commencée le 4 avril est arrêtée le 14; il y a eu dans l'intervalle interruption d'une journée. Un accident ayant détruit la boîte de verre contenant la culture laissée à l'obscurité, nous ne pouvons, par suite, que comparer les plantules soumises d'une part à la lumière, de l'autre aux rayons X. Voici les poids respectifs de 10 de ces plantules :

	POIDS FRAIS	POIDS SEC	POIDS FRAIS / POIDS SEC
Rayons X.......	1 gr. 263	0 gr. 123	10,26
Lumière.........	1 gr. 285	0 gr. 125	10,28

Dans l'expérience précédente, nous observions que les rayons X avaient agi comme la lumière en diminuant la croissance et la proportion d'eau, mais d'une façon plus faible. Nous voyons maintenant qu'en doublant la durée de l'irradiation, leur action est devenue plus forte que celle de la lumière, puisque la différence des poids frais est en faveur des plantules témoins. Il y a toujours diminution de substance sèche.

3^e^ *expérience.* — Le 6 avril, des grains de Blé sont mis à germer sur du coton de verre humide à l'obscurité. Quand les gemmules sont apparues, on les soumet à des irradiations unilatérales. Le tube producteur est placé à 6 cm. de la culture, l'étincelle équivalente étant de 15 à 18. La durée de l'irradiation est de 1 heure, temps pendant lequel une autre culture semblable est portée à la lumière. L'expérience est terminée le 22 avril.

Sur des coupes pratiquées dans la gaîne de la première feuille, à 2 cm. au-dessus de la graine, les modifications produites par les rayons X n'ont porté que sur les dimensions des faisceaux conducteurs. Tandis qu'à la lumière ils étaient isodiamétriques et mesuraient 55µ de diamètre, ils sont devenus plus ou moins ovalaires dans les feuilles irradiées, leur diamètre antéro-postérieur étant de 80µ5 et leur diamètre transversal de 66µ5.

Dans la seconde feuille protégée par celle que nous venons de décrire, les modifications s'exercent maintenant uniquement sur le système vasculaire. Les dimensions générales des faisceaux et du tissu libérien n'ont pas varié, mais l'épaississement des éléments du bois et leur lignification sont plus accusés.

Des trois expériences qui précèdent on peut retenir que la vitesse de la germination du Blé semble avoir été peu influencée par l'action des rayons X; une irradiation prolongée la diminuerait cependant plutôt.

Au point de vue histologique, les principales modifications portent sur les tissus vasculaires, qui s'accroissent et se lignifient plus rapidement.

LUPIN BLANC. — Des graines de Lupin, qui ont été gonflées dans l'eau, ont été placées le 29 octobre sur du coton de verre humide dans des couvercles en verre peu profonds.

Nous avons maintenu, d'abord, les cultures à l'obscurité; mais, après l'apparition des plantules, l'une des cultures a été irradiée latéralement pendant une demi-heure chaque jour, une autre a été exposée pendant le même temps à la lumière diffuse. La culture était placée à 10 cm. de la source. L'ampoule donnait des rayons très peu pénétrants, puisqu'ils correspondaient aux secteurs 2 à 3 du radiochromomètre de Benoist.

Nous avons fait cinq expositions, du 31 octobre au 4 novembre.

Le développement a été à peu près le même dans les trois cas. Nous avons recherché cependant s'il n'y avait pas eu de modifications de structure.

Dans la racine, l'épaisseur de l'écorce est de 595μ chez les plantules irradiées, et chez celles qui ont été laissées à l'obscurité; elle n'est que de 448μ à la lumière.

Le cylindre central, qui est ovalaire chez les plantules témoins, où ses diamètres sont 765μ sur 442μ à l'obscurité, et 595μ sur 391μ à la lumière, est plus arrondi chez les plantules irradiées, où ses diamètres sont 680μ sur 595μ. Il résulte de cet élargissement du cylindre central que les vaisseaux semblent plus écartés les uns des autres dans ce dernier cas que dans les plantules témoins, où ils auraient tendance à former un arc continu.

Dans l'axe hypocotylé, l'épaisseur moyenne de l'écorce est de 935μ à la lumière, 884μ sous les rayons X, et 850μ à l'obscurité. Les diamètres du cylindre central sont respectivement 1071μ et 1005μ à la lumière, 1105μ et 731μ à l'obscurité, 935μ et 782μ sous les rayons X. Comme dans la racine, le cylindre central serait donc moins aplati chez les plantules irradiées.

Fèves. — Nous avons plongé des Fèves dans l'eau pendant 24 heures, puis nous les avons placées dans du sable humide reposant sur des couvercles en verre. Ces fèves ont été portées à l'obscurité. Dès que la gemmule est apparue, nous avons soumis l'une des cultures à l'influence de la lumière durant une heure chaque jour, une autre à celle des rayons X pendant le même temps. La troisième est laissée à l'obscurité. La première irradiation a eu lieu le 22 juin. Les conditions d'expérience ont été les mêmes que dans l'essai précédent sur les Lupins. Le 25, les tigelles ont été mesurées, et les moyennes établies :

Rayons X.............	4 cm.
Lumière................	1 cm. 5
Obscurité	4 cm. 7

Le 26 juin nous n'avons pu faire d'irradiation et toutes les cultures sont restées à l'obscurité. Le 27, après l'exposition à la lumière d'une part, aux rayons de Rœntgen de l'autre, les plantules ont été de nouveau mesurées et la longueur moyenne de la tige a été :

Rayons X	4 cm. 5
Lumière................	2 cm.
Obscurité	7 cm. 2

Les différences vont donc en s'accentuant. Les plantules à l'obscurité ont produit de petites feuilles, les autres n'en possèdent pas encore. Les tiges sont encore mesurées le 28 après l'irradiation, et leur taille dans les différents lots est la suivante :

Rayons X.............	4 cm. 5
Lumière................	3 cm.
Obscurité	9 cm.

Les rayons X, dans les conditions où nous les avons employés, ont eu une action retardatrice sur l'accroissement des plantules de fève, mais leur influence en ceci a été un peu moins puissante que celle de la lumière.

Au point de vue anatomique, on constate d'abord de grandes différences microscopiques entre les plantules élevées à l'obscurité et celles qui ont été soumises soit à l'action de la lumière, soit à celle des rayons X. On voit des plantules bien plus grandes avec des feuilles déjà bien formées dans les cultures à l'obscurité tandis que les autres sont très retardataires.

Nous avons examiné microscopiquement des coupes pratiquées dans la partie moyenne de la tigelle. Nous avons pu remarquer, d'abord, dans l'écorce, que les cellules de l'endoderme ont un cadre subérifié dans les plantules irradiées, alors que les membranes endodermiques ne présentent pas encore de subérification visible dans les plantules développées à l'obscurité complète ou exposées quotidiennement à l'influence de la lumière. Dans le péricycle, nous avons observé que la multiplication des fibres à la partie externe du liber est plus avancée chez les plantules irradiées que chez les plantules témoins. Le calibre moyen des vaisseaux du bois serait augmenté par l'action des rayons X, puisque le diamètre est de 27µ au lieu de 18µ pour les plantules exposées à la lumière, et de 21µ pour celles qui ont été laissées à l'obscurité.

CONCLUSIONS

A la température ordinaire, les rayons X exercent une action extrêmement variable sur la vitesse de la germination des graines. Ceci peut tenir soit à la qualité ou à la quantité des rayons employés, soit à la spécificité des graines, soit encore à certains facteurs secondaires qui nous sont inconnus.

On n'observe rien de général au point de vue de l'accroissement en poids sec ni de la teneur en eau.

Les modifications apportées à la structure des jeunes plantes pourraient, par contre, être généralisées un peu plus facilement.

Il y aurait le plus souvent une sclérification hâtive du péricycle, ainsi qu'une multiplication des fibres de cette assise au niveau des faisceaux libéro-ligneux de la tige. L'accroissement des éléments vasculaires et leur lignification seraient aussi plus rapides. Enfin l'écorce se réduirait par rapport au cylindre central.

B. — Influence de la chaleur sur la sensibilité des graines à l'action des rayons X

Dans une note présentée le 27 novembre 1911 à l'Académie des Sciences par M. le professeur D'Arsonval, le docteur De Keating-Hart formulait la loi suivante :

« *Toutes choses égales d'ailleurs, la sensibilité d'un tissu vivant aux rayons X est fonction de sa température* ».

Les expériences faites par l'auteur avaient porté sur des organismes animaux ; nous avons eu l'idée de combiner aussi l'influence de ces deux facteurs, chaleur et rayons X, sur la germination de la plante.

Le docteur De Keating-Hart préconise en thérapeutique soit l'injection de sérum à 50°, soit des irrigations chaudes, soit l'échauffement des tissus par le courant de haute fréquence (diathermie). Comme ces méthodes n'étaient pas d'une application facile avec nos graines, nous nous sommes arrêtés au procédé suivant. Nous préparions un empois de fécule de pomme de terre que nous entourions d'un tissu très fin ; le tout était replié, et les graines étaient placées entre les deux couvertures ainsi formées. Nous avons toujours fait en sorte que la température atteignît de 35 à 40° autour des graines. Après avoir attendu le temps nécessaire pour que la chaleur pénétrât à l'intérieur des tissus végétaux, nous avons transporté l'ensemble sous les rayons X. Lorsque la température s'abaissait, l'empois était renouvelé. Les graines témoins étaient traitées exactement de même, mais n'étaient pas irradiées.

Lupin blanc. — Dans une *première expérience*, les graines sont mises à gonfler dans l'eau pendant 15 heures, puis débarrassées de leur tégument. Les deux lots sont de 10 graines chacun, et ils sont soumis à l'influence d'une température ambiante de 40 à 45°, comme il a été indiqué plus haut. Mais tandis que l'un est laissé à l'obscurité, l'autre est transporté à 10 cm. d'un tube producteur de rayons X.

Le courant employé avait une intensité variant de 1 mA à 1 mA,5. Les rayons correspondent, au cours de l'expérience, aux secteurs 4 à 6 du radiochromomètre Benoist.

Les graines sont, après chaque séance, transportées, à l'aide de pinces, sur un support en verre, reposant dans une grande boîte de Petri, au fond de laquelle on a versé assez d'eau pour que l'atmosphère soit toujours humide.

La première irradiation, qui a duré une heure, a été faite le 9 décembre. On constate dès le lendemain une grande différence entre les deux lots. La radicule des graines témoins n'a pas varié, tandis que celle des graines irradiées a déjà subi un allongement notable.

La longueur des radicules, le 10 décembre, est la suivante :

Rayons X	Témoins
9 mm.	4 mm.
5	3
5	3
11	4
12	4
4	5
9	3
5	4
4	3
3	4
Moyenne : 6 mm. 7	Moyenne : 3 mm. 7

Les graines sont chauffées et irradiées pendant une demi-heure le 10 décembre.

Le 11, les radicules des graines témoins se sont allongées, mais sont très en retard sur celles de l'autre lot, puisque les dimensions sont :

	Rayons X	Témoins
	18 mm.	5 mm.
	6	9
	22	4
	11	4
	7	8
	22	4
	9	6
	6	5
	25	4
	7	5
Moyenne :	13 mm. 3	Moyenne : 5 mm. 4

Une irradiation d'une demi-heure est répétée ce même jour.

Les expositions ont été ensuite arrêtées, car le radiomètre de Sabouraud indique que l'on est arrivé depuis le début de l'expérience à produire une quantité de rayons X égale à 5H, dose que, en thérapeutique, l'on ne doit pas dépasser sans avoir à craindre les radiodermites.

Nous avons noté encore la longueur des radicules, le 12 décembre :

	Rayons X	Témoins
	12 mm.	7 mm.
	24	5
	19	10
	8	4
	25	4
	24	4
	10	4
	15	10
	9	9
	21	5
Moyenne :	16 mm. 7	Moyenne : 6 mm. 2

Les figures 1 et 2 représentent l'état du développement de ces graines.

Un certain nombre de plantules sont sacrifiées à cette époque pour l'examen microscopique de leurs organes ; d'autres sont enterrées dans du sable humide, où elles continueront à se développer.

Le 26 décembre, la gemmule commence à apparaître dans les plantules irradiées; elle ne se montre que le 3 janvier dans la culture témoin.

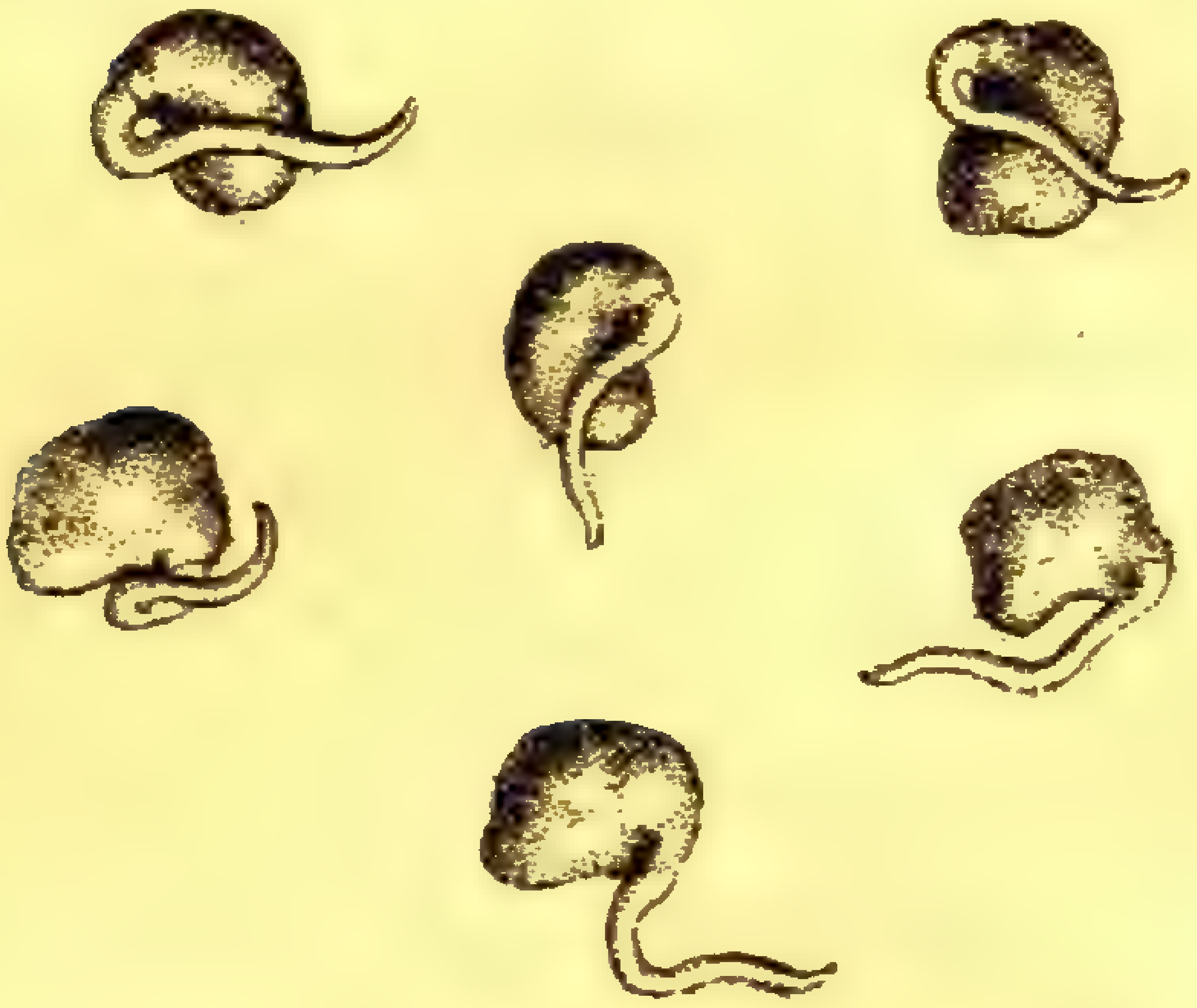


Fig. 1. — Graines de Lupin blanc soumises à l'influence des rayons X.

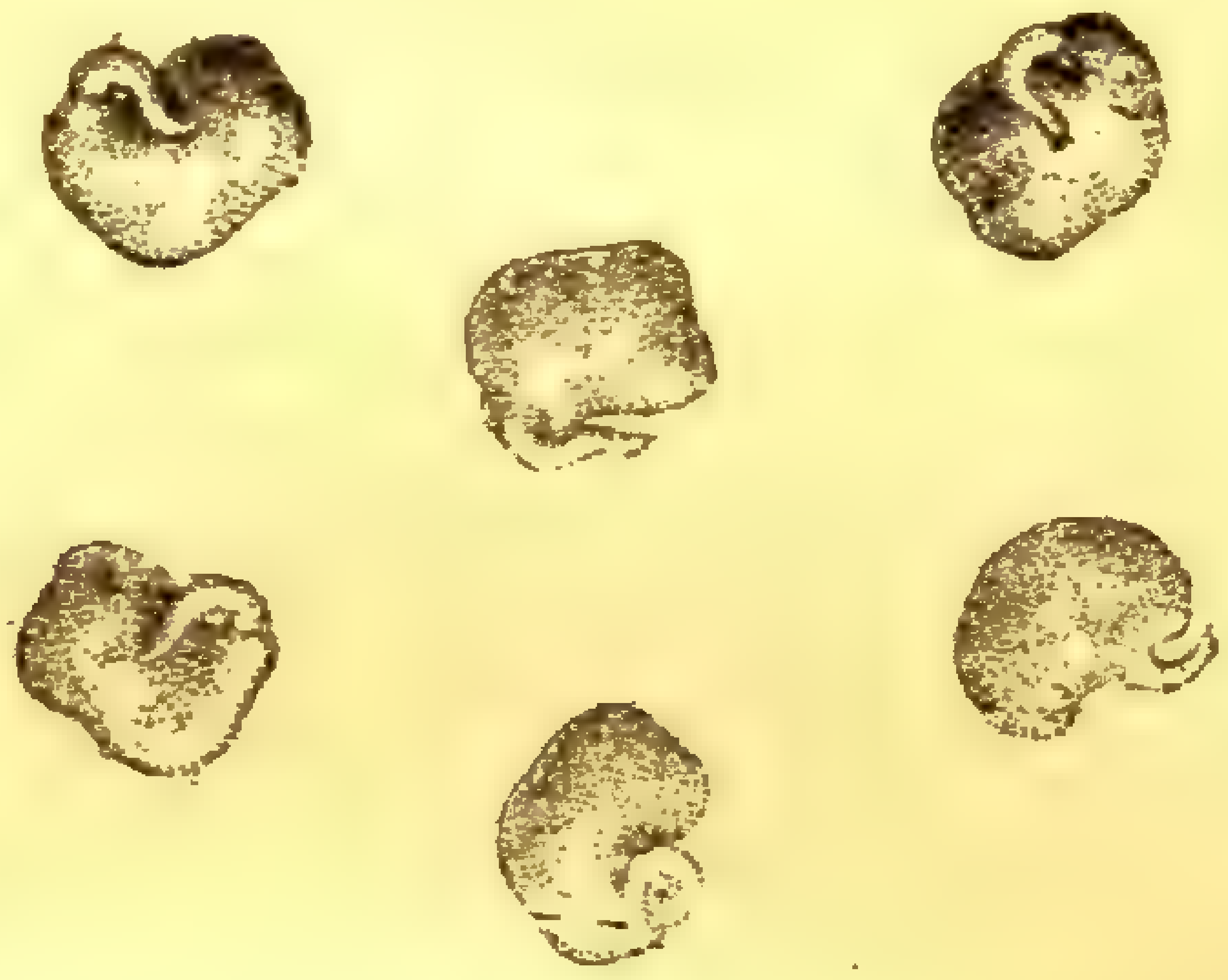


Fig. 2.— Graines témoins, comparables à celles de la figure 1.

Les différences se maintiennent pendant tout le cours du développement; la taille des plantules, au-dessus du sable, est déterminée le 6 janvier.

HAUTEUR DES PLANTULES

RAYONS X	TÉMOINS
15 cm.	10,5
11	7
6	7
12	5
5	7
10,5	
Moyenne : 9 cm. 9	Moyenne : 7 cm. 3

La planche 9 permet de se rendre compte de l'état du développement le 10 janvier. On voit que les feuilles sont déjà assez développées dans la culture dont les graines ont été soumises à l'action des rayons Rœntgen, tandis que ces feuilles ne sont apparues que sur une seule des plantules de la culture témoin.

Dix jours plus tard, les Lupins non traités possèdent des feuilles, mais qui sont plus petites et moins nombreuses que chez les Lupins irradiés.

Le 23 janvier, les plantules commencent à se flétrir; elles souffrent du manque de nourriture. Le stade de la germination est terminé.

L'examen anatomique des plantules sacrifiées le 12 décembre montre que les radicules des graines irradiées ont une longueur presque triple de celle des radicules appartenant aux graines témoins.

Il n'y a pas de différence appréciable dans la structure très simple de la pointe de la racine, tandis que des coupes pratiquées à la partie moyenne indiquent, tout de suite, une modification dans les rapports des dimensions du cylindre central à celles de l'écorce.

L'épaisseur de cette écorce n'a pas varié et est sensiblement égale dans les radicules des différents lots : environ 46µ suivant le petit diamètre de la coupe, 64µ suivant le plus grand diamètre. Mais le cylindre central, qui mesure 73µ1 sur 40µ8 dans une coupe de plantule témoin, atteint 91µ8 et 75µ5 dans la plantule irradiée.

Les rayons X ont eu encore pour effet d'allonger radialement les cellules de l'épiderme, qui mesurent 12µ dans le sens parallèle à la surface, 21µ dans le sens opposé. A l'obscurité, l'allongement est moins prononcé et il s'effectue dans le sens tangentiel au lieu d'être dans le sens radial; les dimensions moyennes sont 18µ sur 15µ.

Une autre différence importante à noter est relative au calibre des vaisseaux, dont le diamètre moyen, qui n'est que de 10µ5 à l'obscurité, atteint 18µ par l'action des rayons Rœntgen. Enfin les cellules de la moelle sont aussi presque deux fois plus grandes.

L'examen microscopique des plantules sacrifiées le 22 janvier, c'est-à-dire vers la fin de la période germinative, ne semble pas indiquer d'autres modifications de structure que celles qui résultent d'un état plus avancé de la végétation.

Seconde expérience. — Les graines employées sont encore celles de Lupin blanc. Elles ont séjourné dans l'eau pendant 20 heures et sont ensuite séparées de leur tégument.

Nous avons employé cette fois des rayons plus durs (8 du radiochromomètre Benoist). L'intensité du courant est égale à 1 mA. L'étincelle équivalente correspond au nº 10 du spintermètre.

Les graines n'ont été irradiées que pendant une demi-heure à une température de 35°.

Dès le lendemain, on peut constater que les radicules sont plus allongées que chez les graines témoins.

LONGUEUR DES RADICULES

Rayons X	Témoins
8 mm.	4 mm.
8	5
8	8
8	9
8	5
8	6
13	5
5	6
6	5
6	5
Moyenne : 7 mm. 8	Moyenne : 5 mm. 8

Une irradiation d'une demi-heure, opérée à une température élevée, avec des rayons assez pénétrants, a donc suffi pour accélérer le développement d'une façon remarquable.

Troisième expérience. — Des graines de Lupin gonflées dans l'eau et décortiquées sont irradiées trois jours de suite pendant une demi-heure, à une température d'environ 30°.

Le quatrième jour, nous constatons avec étonnement que les graines témoins germent plus vite que les irradiées.

LONGUEUR DES RADICULES

Rayons X	Témoins
2 cm. 2	4 cm. 3
1 cm. 5	3 cm. 3
2 cm. 3	3 cm. 8
2 cm.	0 cm. 5
1 cm. 6	3 cm. 6
2 cm. 5	6 cm.
3 cm. 2	3 cm.
2 cm. 5	3 cm. 2
1 cm. 5	
2 cm. 8	
Moyenne : 2 cm. 21	Moyenne : 3 cm. 46

Ces graines sont ensemencées dans du sable humide.

Le 6 janvier, nous remarquons que l'avance acquise au début de la germination par les plantules témoins n'existe plus ; il y a au contraire retard sur les plantules irradiées.

Le 15 janvier, les différences sont encore plus remarquables : toutes les plantules provenant des graines soumises à l'action des rayons X ont donné des feuilles, alors qu'on n'en voit pas encore sur les plantules témoins, où elles n'apparaissent que trois jours plus tard.

Le nombre de feuilles, le 20 janvier, est :

RAYONS X	TÉMOINS
2	2
2	2
3	2
2	1
2	

La hauteur des plantules au-dessus du sol est, le 24 janvier :

	RAYONS X		TÉMOINS
	12 cm.		9 cm.
	10		6
	12		9
	11		8
	9,5		
Moyenne :	10 cm. 9	Moyenne :	8 cm.

On voit donc que ces trois irradiations, d'une demi-heure chacune, ont eu pour effet de retarder le début de la germination, mais ensuite, par contre, d'activer singulièrement le développement. Il y a peut-être là un curieux phénomène d'induction.

Quatrième expérience. — Nous avons fait gonfler cette fois nos graines dans une solution de bleu de méthylène à 1/200.000. Nous nous proposions de colorer ainsi les tissus et de rendre plus aisé l'examen des cellules immédiatement après l'irradiation.

Cependant nous avons reconnu, en décortiquant les graines, que le bleu de méthylène, s'il avait pénétré, d'une façon assez irrégulière d'ailleurs, dans les tissus tégumentaires, n'avait coloré que très imparfaitement les tissus de l'amande. Quoi qu'il en soit, nous avons irradié des graines sans tégument pendant une demi-heure, à une température de 40°.

Ces graines présentent quelques signes de souffrance, due sans doute à une trop grande élévation de la température ; elles ont germé cependant plus tôt lorsqu'elles ont été irradiées que lorsque l'action de l'échauffement s'est seule exercée.

Nous avons examiné microscopiquement les radicules deux ou trois jours après la germination et nous avons constaté que les dimensions des cellules et même celles des noyaux sont plus grandes lorsque les graines ont été irradiées. Dans l'écorce, les cellules mesurent en moyenne 35µ4 sur 30µ, alors que chez les témoins ces dimensions sont 30µ sur 24µ.

Les noyaux de ces cellules sont respectivement de 14µ7 dans le premier cas, de 10µ8 dans le second. Dans la moelle, les cellules sont aussi plus grandes, puisqu'elles mesurent 47µ4 sur 35µ4, au lieu de 42µ sur 28µ.

Cet accroissement des cellules, et, peut-être plus encore, celui des noyaux indiquent bien une activité vitale plus grande. Cependant le développement ultérieur des plantules n'a pas semblé se ressentir de cette avance précoce. Les plantes des deux lots ont d'ailleurs été chétives. Il y a eu une action nocive exercée soit par le bleu de méthylène, soit peut-être par la chaleur qui aurait été trop forte.

Cinquième expérience. — Nous avons réalisé l'échauffement des graines au moyen d'un procédé un peu différent de celui que nous avions employé dans les expériences précédentes. Les graines, une fois dépourvues de leur tégument, sont placées dans des boîtes en verre dans lesquelles nous avons versé de l'eau à 40°. Ces boîtes sont placées sur des réchauds, de façon que la température se maintienne à peu près uniforme jusqu'à la fin de l'expérience; et l'une d'elles est transportée sous l'ampoule productrice des rayons X.

Ce procédé est plus simple que le premier, car il évite d'interrompre l'irradiation au moment du remplacement de l'empois; mais il a l'inconvénient d'interposer une couche d'eau entre la source et les graines, et nous avons pu constater que l'eau absorbe en assez grande partie les rayons. C'est pourquoi nous n'avons recouvert les graines que d'une mince couche de liquide.

La première irradiation a duré une heure; les rayons marquaient 4 à 5° au radiochromomètre; l'intensité du courant était 1,5 à 2 milliampères et les cultures étaient placées à 10 cm. de l'ampoule.

Il y a eu, le lendemain, une seconde irradiation de trois quarts d'heure dans les mêmes conditions.

Huit jours plus tard, les graines ont germé; mais dans l'ensemble les plantules semblent avoir souffert d'un échauffement aussi prononcé. La longueur des radicules, qui est de 4 cm. chez les témoins, est de 8 cm. 1 chez les graines irradiées; c'est-à-dire que la vitesse de la germination a été bien plus rapide après l'exposition aux aux rayons X.

Après avoir constaté, dans l'expérience précédente, que l'action excitante de ces rayons se fait sentir même lorsque les conditions de température sont devenues défavorables pour la plante, il nous a paru intéressant de rechercher jusqu'à quelles limites la chaleur augmente la sensibilité végétale à cet égard, et s'il n'y a pas une température maxima au delà de laquelle l'action des rayons X cesserait de s'exercer ou pourrait même changer de sens.

Sixième expérience. — Nous avons donc irradié des graines dans les mêmes conditions que précédemment ; mais tandis qu'un lot était maintenu à une température de 40° environ, un autre était porté à 48°. Deux lots témoins étaient placés en même temps à des températures semblables.

Or les graines soumises à la température de 48° n'ont germé ni dans le lot irradié ni dans le lot témoin. A 40°, il y a eu une avance notable en faveur des graines exposées aux rayons de Rœngten, et l'examen microscopique des tissus a donné lieu aux remarques suivantes.

Les cellules de l'écorce ne sont pas plus grandes dans un cas que dans l'autre, mais la grosseur des noyaux est différente, car elle est de 13µ5 dans les plantules témoins et de 17µ1 dans les plantules provenant de graines irradiées. Dans la moelle, le phénomène est inverse : les cellules sont plus grandes lorsque les graines ont été soumises à l'action des rayons X (78µ au lieu de 69µ). La grosseur des noyaux est la même dans les deux cas.

Les graines étant mortes au cours de cette expérience à une température de 48°, il n'y a pas lieu d'expérimenter à des températures plus élevées.

Haricots. — Les graines ont été immergées pendant deux heures avant l'expérience ; les téguments n'ont pas été enlevés. L'échauffement a été produit au moyen de l'eau à 40° comme dans les dernières expériences avec les Lupins.

Il n'y a eu qu'une irradiation, dont la durée a été de une heure. Le courant employé étant de 1 milliampère 5, l'étincelle du spintermètre correspondant au 8, les rayons marquaient 8 à 9 au radiochromomètre de Benoist.

Les graines ont été semées après l'irradiation ; et, quelques jours après l'apparition des radicules, certaines germinations ont été sacrifiées pour l'examen histologique.

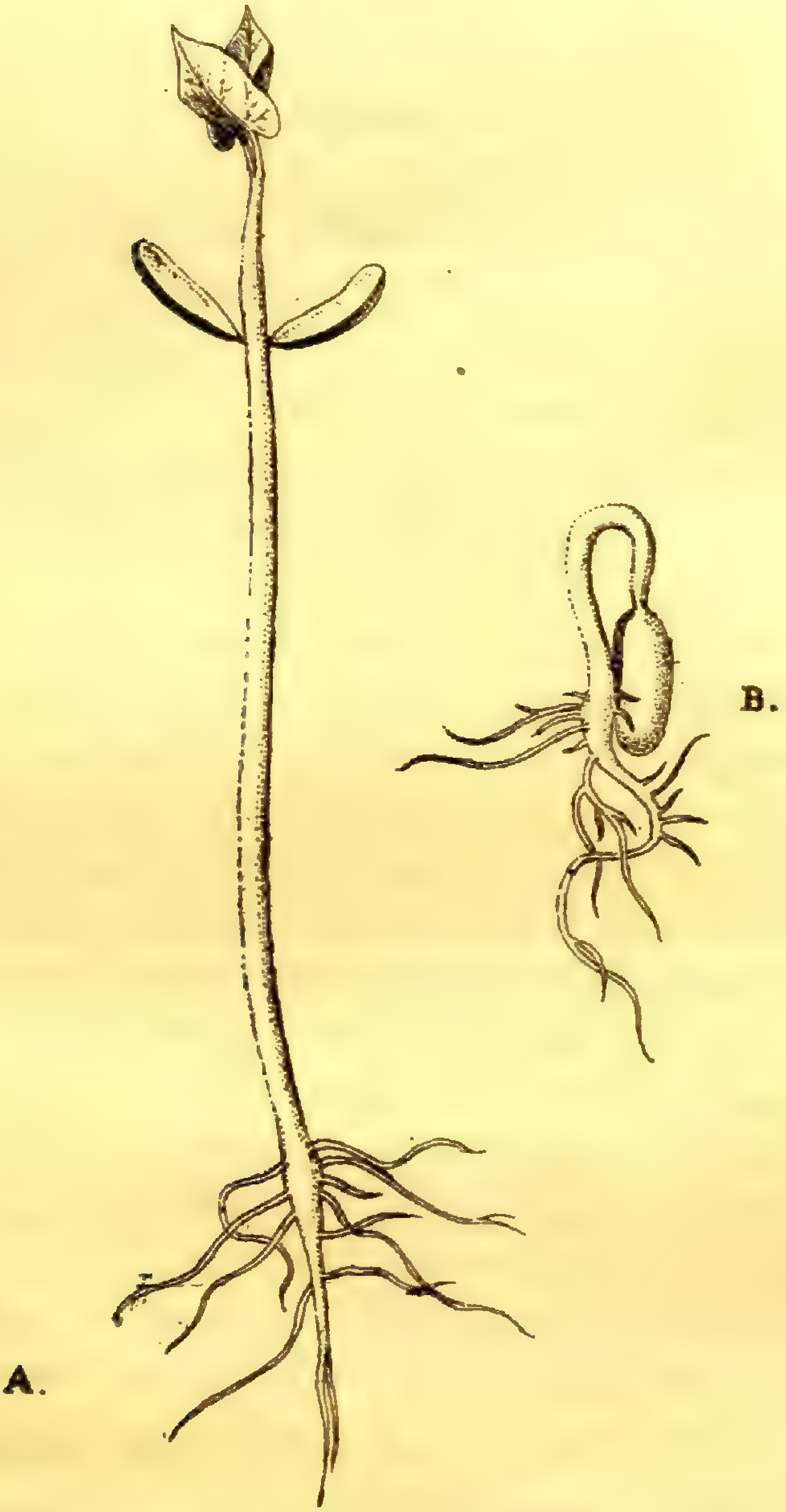


Figure 3

A) Plantule de Haricot provenant d'une graine irradiée.

B) Plantule témoin.

Les dimensions des cellules sont alors : dans l'écorce, de 55 μ, et, dans la moelle, de 48 μ, chez les plantules provenant de graines irradiées ; et respectivement de 44 μ et de 43μ chez les plantules provenant de graines qui n'ont été soumises qu'à l'action de la chaleur.

Les noyaux ont eu en moyenne : 18μ dans l'écorce et 15μ dans la moelle des plantules irradiées ; 11μ1 seulement dans l'écorce et 13μ2 dans la moelle des plantules témoins. Les rayons X ont donc ici, comme dans les Lupins, augmenté l'activité cellulaire, qui se traduit par une augmentation de volume des cellules et des noyaux.

La croissance des plantules a été aussi bien plus rapide ; et, quinze jours après l'irradiation, la taille était de 10 cm. alors que celle des plantules témoins n'était que de 5 cm. C'est cet état du développement que représente la figure 3.

En résumé général, nos recherches faites en vue d'étudier l'influence que peuvent avoir les rayons X sur la germination nous ont permis de mettre en évidence l'importance, pour augmenter la sensibilité des plantes à ces rayons, d'un facteur qui peut paraître tout d'abord secondaire : c'est la température.

Dans les conditions ordinaires, la germination des graines est soit accélérée, soit ralentie, par l'action des rayons X, le phénomène dépendant en grande partie de la qualité et de la quantité des rayons et aussi de la nature spécifique des graines.

A une température élevée, au contraire, les phénomènes sont beaucoup plus réguliers. Aux doses que nous avons employées, l'irradiation a toujours eu une action favorisante sur la germination, et l'accélération du développement a toujours été bien plus intense que lorsque les rayons X agissaient à la température ordinaire.

Nous avons observé dans les deux cas, des modifications anatomiques qui ont été :

1° L'augmentation de volume des cellules et des noyaux dans les tissus en voie de croissance;

2° La sclérification plus rapide des éléments de soutien ou de protection;

3° L'augmentation de volume des éléments vasculaires et leur lignification hâtive;

4° Enfin, une réduction assez notable de l'écorce par rapport au cylindre central.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 9

A) Plantules de Lupin blanc provenant de graines irradiées.
B) Plantules témoins.

UNE VANILLE APHYLLE DE MADAGASCAR

par MM. H. JUMELLE et H. PERRIER DE LA BÂTHIE

Sous le nom de *Vanilla madagascariensis*, M. Rolfe a décrit en 1896 une vanille aphylle de Madagascar, voisine du *Vanilla Roscheri* Reich. f. de Zanzibar, ainsi que du *Vanilla phalænopsis* Reich. f. des Seychelles et du *Vanilla Humblotii* Reich. f. de la Grande-Comore; mais cette description est réduite à quelques lignes, et le seul habitat indiqué est celui de la baie de Bombetok mentionné par Bojer. Nous pouvons compléter l'histoire de cette espèce.

Le port en est celui d'une vanille ordinaire (*Vanilla planifolia*) qui serait sans feuilles et peu ramifiée.

La tige, qui est charnue et verte, peut atteindre 5 centimètres de diamètre. A partir d'un certain âge, elle ne porte plus que des racines, qui naissent à tous les nœuds; seules les nouvelles pousses sont garnies d'écailles triangulaires et aiguës ayant au plus 3 centimètres de longueur. Mais ces écailles sont rapidement caduques.

Dans le nord-ouest de l'île, qui est l'unique région où, pour le moment, nous connaissions cette vanille, la floraison a lieu de juillet à septembre. Les fleurs, grandes et blanches, sont très odorantes.

Les inflorescences sont des grappes multiflores, sur lesquelles les pédicelles floraux ont de 2 à 5 centimètres de longueur. Les bractées qui accompagnent ces pédicelles sont oblongues et légèrement aiguës et ont environ 1 centimètre.

Sépales et pétales ont de grandes ressemblances; ils sont tous lancéolés un peu aigus et à ont peu près 60 millimètres de longueur, sur une largeur qui varie de 13 à 20 millimètres. Le sépale médian est la pièce la plus étroite; les deux autres sépales ont sensiblement la même largeur que les deux pétales latéraux qui ne sont pas toujours nettement plus larges. Indépendamment de leur position plus interne, ces deux pétales sont toujours bien distincts des sépales par leur forte nervure médiane, et ils sont, en outre, ondulés. Ils sont d'un blanc pur, sauf sur les nervures. Les sépales sont aussi très blancs sur leur face interne, mais sont lavés de vert extérieurement·

Le labelle, long de 50 millimètres, obtus ou apiculé, est presque entièrement blanc jaunâtre; cependant il est teinté de rose à la gorge, et les deux lignes saillantes qui vont de la base jusqu'au milieu du disque, et qui sont glabrescentes et à crête irrégulière, sont d'un rouge carné.

Le gynostème est long de 15 millimètres.

Les fruits sont mûrs en mai et juin, mais sont très rares. Il n'est donc pas surprenant que M. Rolfe n'ait pu les décrire. Ceux que nous possédons ont été obtenus par l'un de nous après fécondation artificielle; ils sont cylindriques, épais, et ont en moyenne 16 centimètres sur 10 millimètres. Ils sont sans odeur à maturité.

Dans l'Ambongo et dans le Boina, cette vanille se plaît dans les bois secs. C'est dans ces stats qu'on la trouve notamment, dans l'Ambongo, à Manongarivo et dans le Tampoketsa, et, dans le Boina, aux environs de Majunga et de Mevatanana.

Les Conidiophores des Erysiphacées

(NOTE PRÉLIMINAIRE)

par M. FOËX

En 1897 parurent deux importants mémoires ; l'un, dû à Dangeard (1), portait sur l'évolution du conidiophore de *Sphærotheca Castagnei* Lév. ; l'autre, émanant de A. N. Berlese (2), décrivait le développement de la chaîne conidienne d'*Oidium monilioides* Desm. (*Erysiphe graminis* D. C.) ; *Oidium erysiphoides* (*Podosphæra Oxyacanthæ* (D. C.) de Bary) ; *Oidium leucoconium* Desm. (*Sphærotheca pannosa* (Wallr) Lév.). Ces savants arrivaient à des conclusions que j'indiquerai au cours de l'exposé qui va suivre.

J'ai étudié l'évolution du Conidiophore chez *Erysiphe graminis* D. C. ; *E. Polygoni* D. C. ; *E. Cichoracearum* D. C. ; *Uncinula Salicis* (D. C.) Winter ; *Microsphæra Mongeotii* Lév. ; *Oidium Evonymi-Japonici* Salmon ; *Oidium alphitoides* Griffon et Maublanc ; *Podosphæra Oxyacanthæ* (D. C.) de Bary ; *Sphærotheca pannosa* (Wallr) Lév. ; *S. Humuli* (D. C.) Burrill ; *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. ; *Oidiopsis taurica* (Lév.) Salmon.

Les conidiophores de ces Erysiphacées répondent à quatre types différents.

1er Type. — Chez *Erysiphe graminis* un renflement hémisphérique apparaît à la face supérieure du filament mycélien et au voisinage d'un noyau, qui ne tarde pas à se diviser ; l'un des noyaux fils pénètre alors dans la vésicule, qu'une membrane limite bientôt du côté du filament. Une papille se dessine ensuite au sommet du renflement, elle s'allonge en un tube qui peut atteindre une assez grande longueur avant que le noyau ne se divise. Toutefois une karyokinèse finit par s'effectuer et l'un des noyaux fils reste dans la partie renflée de la cellule, tandis que l'autre pénètre dans le tube. Une cloison intermédiaire apparaît bientôt après. Le noyau situé dans le tube entre en division et il donne deux noyaux fils qui se portent à chacune des extrémités du tube, qu'une cloison médiane divise ensuite en deux cellules *m*, *m'*. Peu après *m* donne deux nouvelles cellules C_1, C_2; un peu plus tard *m'* se divise aussi en C'_1, C'_2. Le conidiophore est alors constitué de 5 cellules : une vésiculeuse à la base, et au-dessus 4 plus petites, disposées en une chaîne qui devient déjà moniliforme, par suite des étranglements qui se produisent au niveau des cloisons. Ces 4 cellules sont, en effet, destinées à se transformer directement en conidies. Pendant ce temps, la cellule de base pousse un tube au-dessus du renflement qui la caractérise. Une karyokinèse finit par s'effectuer et l'un des noyaux fils passe dans le tube, qui s'isole ensuite par une cloison. Cette cellule cylindrique se divise à son tour en deux cellules, qui se différencieront ensuite en conidies.

---

(1) Dangeard. *La Reproduction asexuelle des Ascomycètes.* (Le Botaniste, série 5, juillet 1897).

(2) A. N. Berlese. *Studi citologici sui funghi*, 1897.

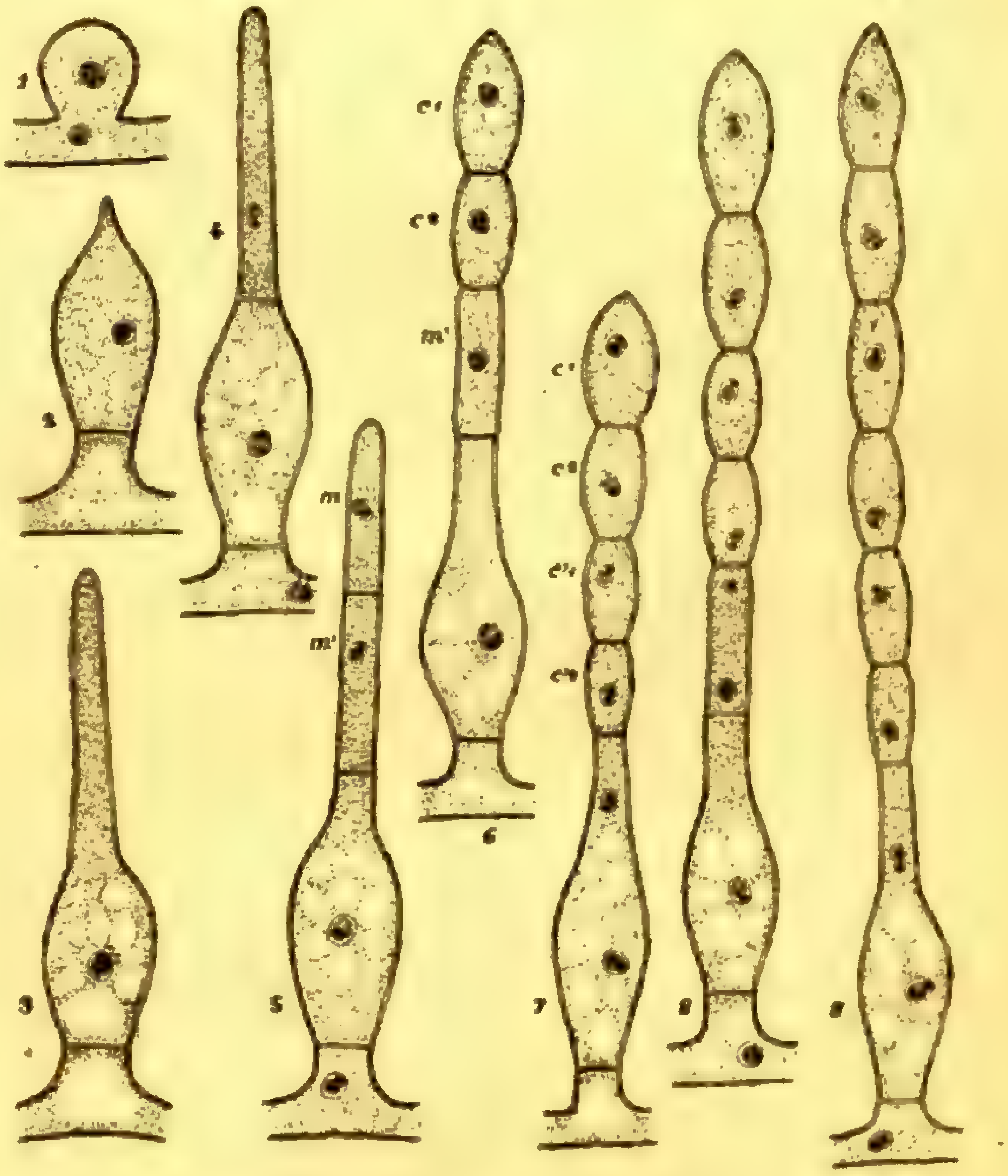


Fig. 1. — Conidiophore du type 1.
Erysiphe graminis.

Le mécanisme qui vient d'être décrit fonctionne ainsi à plusieurs reprises et de nouveaux éléments viennent s'ajouter au conidiophore qui peut comprendre jusqu'à 10 à 12 cellules.

Mes observations concordent point par point avec celles de Berlese.

Chez *Sphærotheca Humuli* sur *Erodium malacoides*; *Sphærotheca pannosa* sur rosiers divers; *Erysiphe cichoracearum* sur *Senecio vulgaris* existe un processus analogue au précédent, bien que légèrement différent.

Le conidiophore débute par un tube cylindrique qui contient un noyau, lequel ne tarde pas à se diviser. La cellule supérieure se cloisonne à son tour pour donner deux éléments qui évolueront directement en conidies. La cellule pédicelle détachera ensuite un nouvel élément cellulaire, qui se divisera à son tour et donnera deux cellules destinées à se transformer directement en conidies. Ce mécanisme se répète à plusieurs reprises. Ainsi, la cellule pédicelle, dont la partie supérieure, tout au moins, est abondamment pourvue de cytoplasme, se comporte comme une cellule génératrice de cellules mères de conidies. C'est ce que Berlese avait constaté chez *Sphærotheca pannosa* et *Podosphæra Oxyacanthea*. Mes observations sur *Sphærotheca Humuli* (D. C.) Burrill (*S. Castugnei* Lév.) ne concordent pas avec celles que Dangeard a effectuées sur la même espèce, chez laquelle il décrit une évolution identique à celle de mon second type de conidiophore. Peut-être la forme que j'ai étudiée diffère-t-elle de celle qu'a observée ce savant.

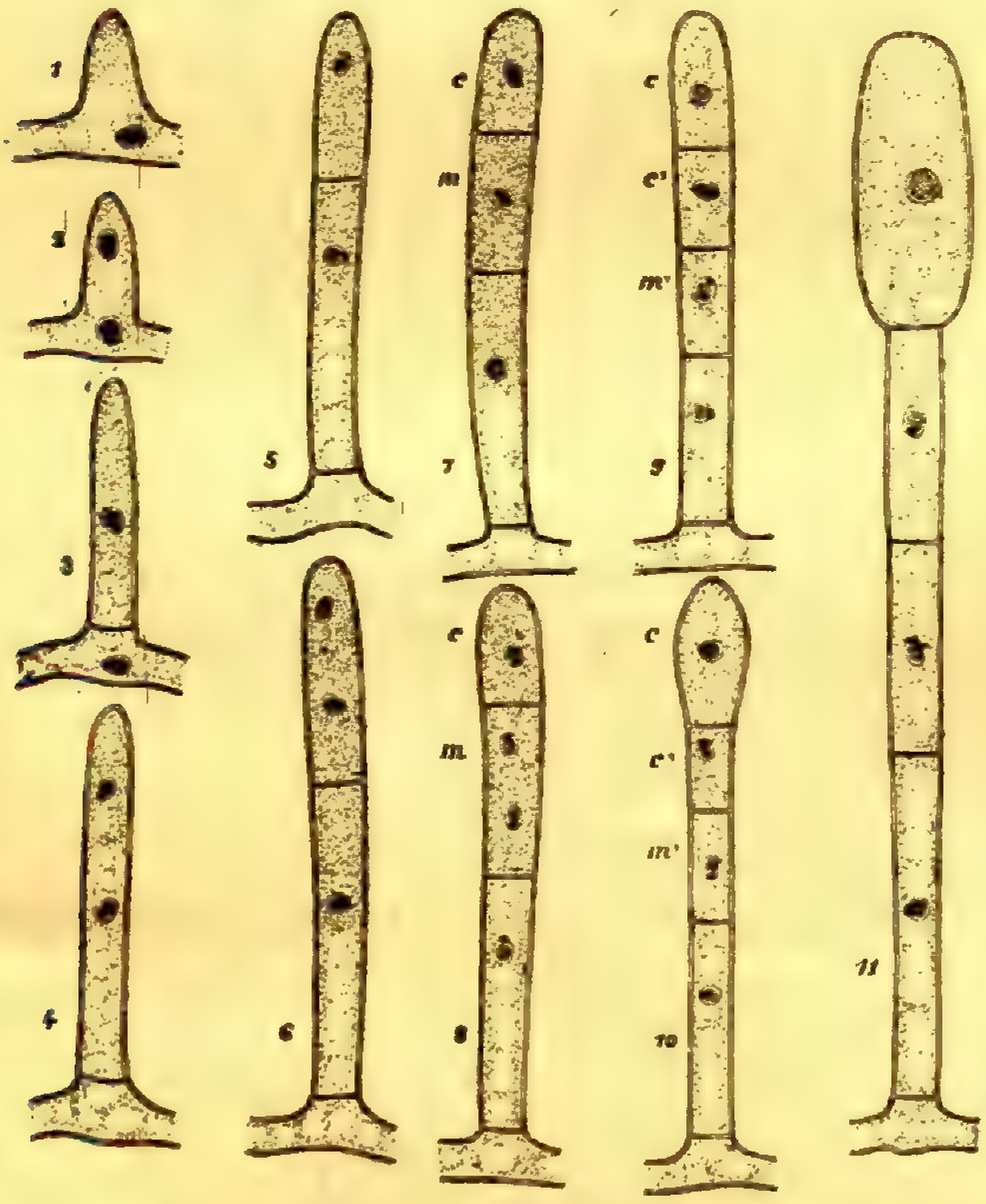


Fig. 2. — Conidiophore du type 2.
Erysiphe Polygoni.

2e Type. — (*Erysiphe Polygoni*; *Uncinula Salicis*; *Microsphæra Mougeotii*; *Oidium Evonymi-Japonici*; *O. alphitoides* ?).

Un renflement apparaît sur le mycélium au-dessus d'un noyau qui se divise; l'un des noyaux fils passe dans ce renflement, lequel, en s'allongeant, prend la forme d'un tube et se limite du côté du mycélium par une cloison. Une karyokinèse, qui se produit ensuite, est l'origine de deux cellules. L'inférieure s'allonge beaucoup; tandis que son noyau et la plus grande partie de son cytoplasme se portent vers sa partie supérieure, sa base est occupée par un cytoplasme peu dense. Il peut même arriver que cette cellule tout entière paraisse presque vide. La cellule supérieure, dont le cytoplasme est très dense, se divise en deux : *m* et C. Tandis que C se transformera directement en conidie, *m* se divisera de nouveau en *m'* et *c'*; la cellule *c'* est destinée à devenir une conidie; quant à la cellule *m'*, elle pourra fonctionner de nouveau comme *m*.

En somme, l'appareil conidien de ce second type est constitué de la manière suivante: 1° A sa base, une *cellule pédicelle*, allongée, à cytoplasme peu dense en général. 2° Immédiatement au-dessus se trouve la *cellule mère*, à cytoplasme dense, finement granuleux, non vacuolisé. 3° La partie supérieure du conidiophore est constituée par un nombre variable de cellules qui sont destinées à se transformer directement en conidies.

Pour toutes les espèces rangées dans le second type, j'arrive à des conclusions identiques à celles auxquelles Dangeard est parvenu pour *Sphærotheca Castagnei*.

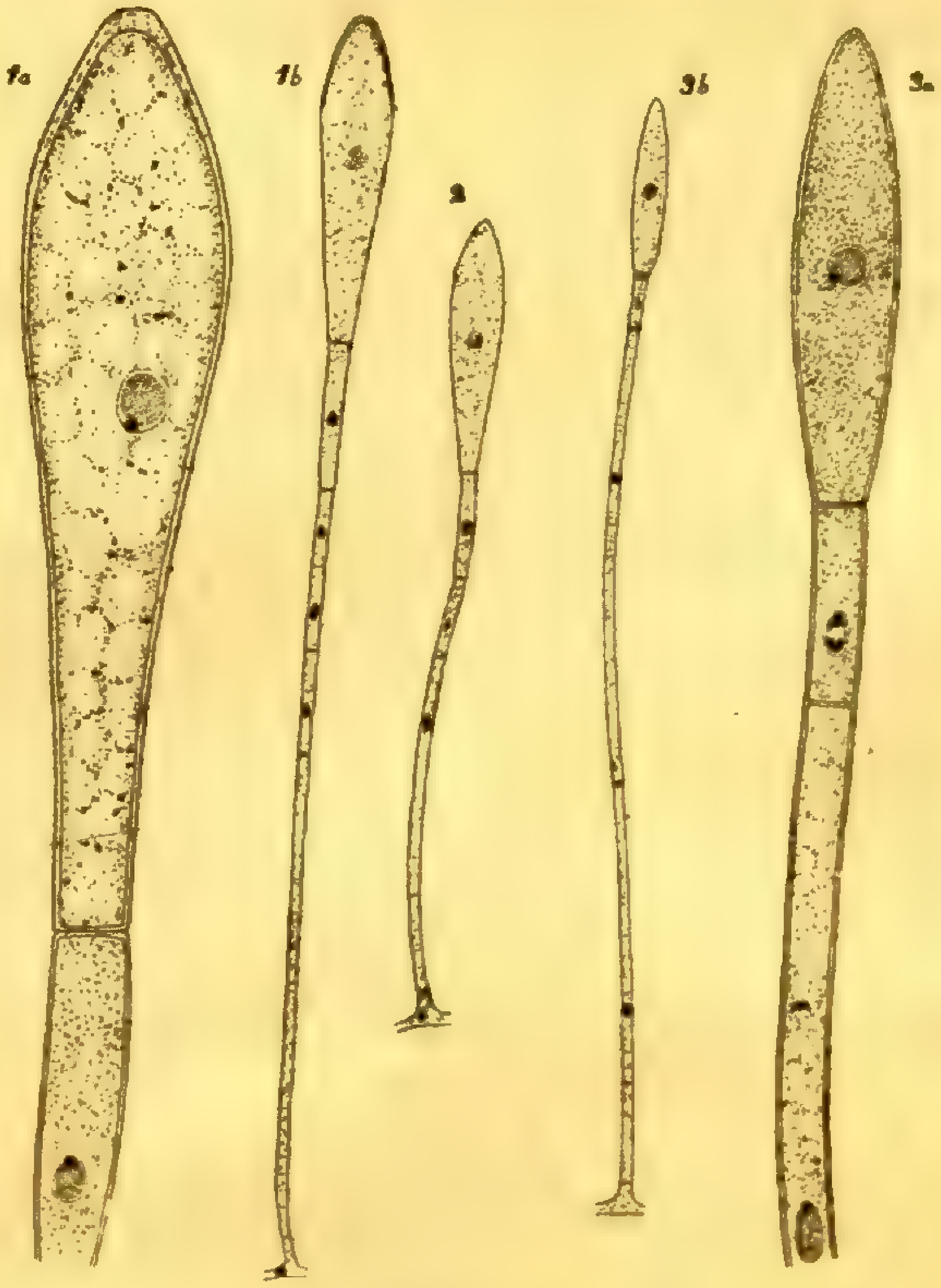


Fig. 3. — Conidiophore du type 3 *Phyllactinia corylea*.

3e Type. — (*Phyllactinia corylea*). Très allongé, le conidiophore ne présente qu'une seule conidie, laquelle est portée par une file de cellules très grêle dans sa partie inférieure, un peu plus épaisse dans sa portion supérieure. Tout à fait à la base du conidiophore, existe souvent une, mais parfois aussi plusieurs cellules cylindriques étroites, vides ou à cytoplasme rare. Cette partie inférieure de l'appareil supporte, en général, une file de 2, 3, 4 cellules plus courtes et qui sont d'autant plus larges qu'elles sont plus rapprochées de la conidie qui est l'élément apical. Ces cellules ont un cytoplasme dense.

Nous pensons que la structure de ce conidiophore est comparable à celle du second type. La ou les cellules grêles de la base constituent, sans doute, un organe homologuable au pédicelle du type 2. La cellule mère est probablement l'élément court, à cytoplasme dense, qui vient immédiatement au-dessus.

4e Type. — Ici nous avons affaire à une espèce endophytique : *Oidiopsis taurica.* Le conidiophore ne prend pas naissance, comme dans les cas précédents, sur un filament mycélien externe, perpendiculairement à l'axe duquel il se dresse, mais en général à l'extrémité d'une hyphe endophytique, dont la partie terminale apparaît à travers l'ostiole d'un stomate. Dans bien des cas, le conidiophore semble être le prolongement direct du filament, de telle sorte qu'on ne voit pas toujours nettement la limite entre ces deux éléments ; souvent aussi on se rend compte qu'il provient d'un des bourgeonnements qui sont localisés près du sommet de l'hyphe, lequel peut ainsi porter plusieurs conidiophores. De plus, certains appareils conidiens sont formés par des bourgeonnements que pous-

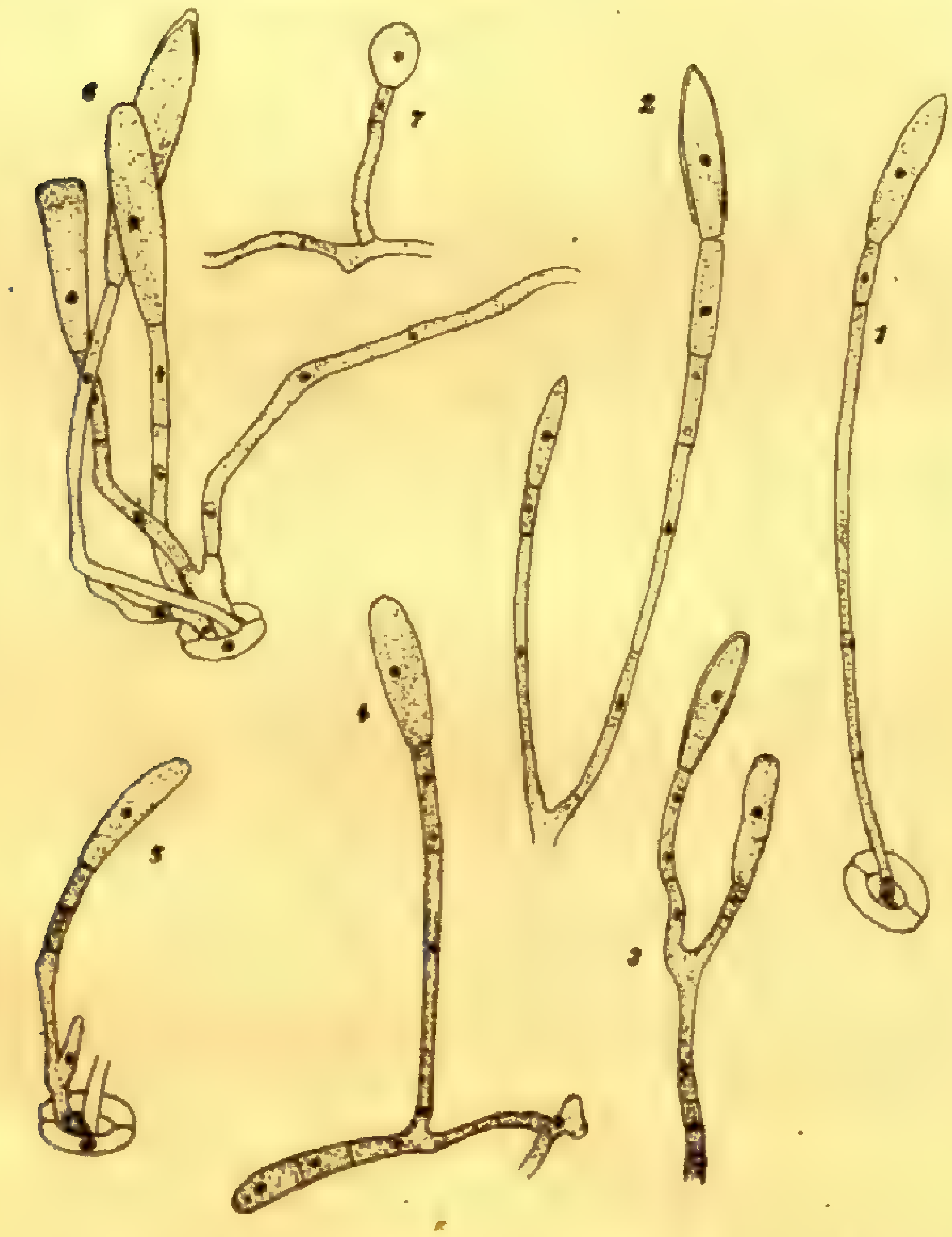


Fig. 4. — Conidiophore du type 4.
Oidiopsis taurica.

sent les cellules du pédicelle, de sorte qu'on a l'impression d'avoir affaire à des conidiophores ramifiés. La plupart des faits qui précèdent ont d'ailleurs été déjà signalés par Salmon (1, 2), Maire (3) et moi-même (4).

La forme, les dimensions, le nombre des cellules qui constituent le conidiophore d'*Oidiopsis* sont des éléments extrêmement variables et qui donnent à cet appareil conidien un polymorphisme déconcertant.

Une forme assez fréquente est voisine de celle que l'on observe chez *Phyllactinia* : un long pédicelle grêle, constitué par une ou plusieurs cellules allongées, à cytoplasme peu dense, porte une chaîne de 2 à 3 cellules plus courtes et plus épaisses, à cytoplasme dense; seul, l'élément apical présente l'apparence d'une conidie. Ici, comme dans le cas de *Phyllactinia*, la cellule mère paraît être située immédiatement au-dessus du pédicelle.

Souvent on observe des conidiophores qui diffèrent de la forme précédente par le fait que la ou les cellules du pédicelle conservent un cytoplasme plus dense. Ce pédicelle peut lui-même être extrêmement court ou très long, d'où une grande diversité d'aspect. Les cellules qui le constituent sont capables de bourgeonner et de donner naissance soit à des conidiophores, soit à des filaments végétatifs.

En Résumé : nous distinguons 4 types de conidiophores.

1er TYPE : La cellule base est à la fois pédicelle et cellule génératrice de cellule mère de conidies.

2e TYPE : Un pédicelle unicellulaire porte une cellule mère au-dessus de laquelle se trouve une chaîne plus ou moins longue de cellules destinées à se différencier directement en conidies.

3e TYPE : Pédicelle très grêle, assez souvent pluricellulaire; pour le reste, structure comparable à celle du 2e type.

---

(1) Salmon E. S. *Préliminary Note on an Eudophytic species of the Erysiphaceae* (Annales mycologici 1905).

(2) Salmon E. S. *On Oidiopsis taurica* (Lév.) *An Eudophytic member of the Erysiphaceae* (Annales of Botany 1906).

(3) Maire. *Remarques sur quelques Erysiphacées* (Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1905).

(4) Foëx. *Note sur Oidiopsis taurica* (Lév.) Salmon (Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier, 1909).

4^e Type : Pédicelle, en général, pluricellulaire, qui peut bourgeonner pour constituer des conidiophores; de plus, l'appareil conidien primaire s'insère, non pas au-dessus d'un filament mycélien externe et perpendiculairement à la direction de ce dernier, ce qui est le cas chez toutes les autres Erysiphacées, mais à l'extrémité, ou près de l'extrémité d'une hyphe endophytique dont il paraît être le prolongement.

SIR JOSEPH DALTON HOOKER

par M. J. BEAUVERIE

Le 10 décembre dernier mourait, dans sa résidence *The Camp*, près de Sunningdale, à 94 ans, l'illustre botaniste anglais, J. D. Hooker, Botaniste voyageur, directeur des Jardins royaux de Kew; il s'est acquis une universelle renommée par ses travaux de botanique systématique, notamment la publication du *Genera* en collaboration avec G. Bentham (1).

Fils de Sir William Jackson Hooker, qui fut lui-même un botaniste célèbre, professeur à l'Université de Glascow, puis créateur et directeur des nouveaux jardins royaux de Kew, de 1841 à 1865, il naquit à Halesworth, dans le Norfolk, en 1817, et conquit ses grades à l'Université de Glascow où professait son père.

Passionné de lectures de relations de voyage, il nous apprend lui-même qu'il fut particulièrement impressionné par la description de Turner du pic Chumlari de l'Himalaya et par l'étude des îles Antarctiques de Kerguelen, contenue dans les relations de voyages de Cook. Quand il eût complété ses études médicales, Hooker entra dans la marine royale comme chirurgien-assistant, alors que l'*Erebus* et le *Terror* étaient sur le point de partir pour la fameuse expédition antarctique que conduisit l'éminent navigateur Sir James Clark Ross. Pendant cette expédition, le jeune assistant-chirurgien tint le poste de botaniste et, durant trois années, croisa dans les mers du Sud, visitant ainsi la Nouvelle-Zélande, l'Australie, la Tasmanie, Kerguelen, la Terre-de-Feu et les Iles Falkland, amassant d'importantes collections et acquérant une vaste documentation botanique.

Peu après la fin de cette expédition, Hooker, en 1843, devint assistant de Graham, alors professeur de Botanique à l'Université d'Edimbourg, et, en 1845, il était désigné comme botaniste à la *Geological Survey*, de Grande-Bretagne. Une grande partie de son temps fut employée, durant cette période, à la préparation de la

(1). — La plupart des éléments de cet article ont été puisé dans un travail publié par le journal anglais *Nature*, n° du 21 décembre 1911 publication des résultats obtenus au cours de ses voyages antarctiques. Mais, en 1847, ce travail était temporairement suspendu, tandis qu'il abandonnait ses fonctions à la *Geological Survey*, afin de pouvoir ajouter à sa connaissance de première main de la végétation des régions sub-antarctiques et tempérées des connaissances correspondantes de la botanique des contrées tropicales. La région choisie fut le Nord-Est des Indes, région alors peu explorée. L'entreprise, privée à l'origine, reçut cependant par la suite la consécration d'une reconnaissance officielle et des subventions sur les fonds publics.

Hooker quitte l'Angleterre en novembre 1847, atteignant l'Inde en janvier 1848. Après trois mois passés dans la plaine du Gange et le Behar, durant lesquels il fit l'ascension de la colline sacrée de Parasnath, Hooker se dirigea vers les Himalayas, atteignant Darjeeling vers le milieu d'avril. Les deux années suivantes furent employées à l'exploration botanique et topographique de l'état himalayien de Sikkim et de nombreux cols conduisant au Thibet; s'il n'atteint pas réellement le noble pic de Chumlari, du moins eût-il le loisir de contempler cette montagne qui avait contribué à allumer son ambition de jeunesse de devenir un grand voyageur. Vers la fin de 1848, Hooker eut l'occasion exceptionnelle de franchir la frontière Ouest de Sikkim et d'explorer une portion du Népal oriental. Durant la plus grande partie de ces voyages dans l'Est des Himalayas, Hooker voyageait et travaillait seul, mais, en octobre 1849, il était rejoint par le docteur Campbell, le surintendant de Sikkim, qui avait obtenu la mission officielle de visiter Sikkim. Cependant les autorités de Sikkim saisirent cette occasion pour emprisonner et maltraiter Campbell, et, en même temps, elles retenaient Hooker en empêchant cependant qu'il ne fût molesté. Les captifs étaient relâchés vers la fin de décembre 1849, et les trois mois suivants étaient employés par Hooker à arranger ses vastes collections à Darjeeling.

Dès 1847, le docteur Th. Thomson, du service médical des Indes, fils d'un collègue de W. Hooker à l'Université de Glascow, camarade d'études et ami intime de Joseph, avait été envoyé par Lord Hardings visiter certaines parties de l'Ouest de l'Himalaya et du Thibet. Cette mission achevée, Thomson se dirigea vers Darjeeling afin de rejoindre Hooker, et l'année 1850 fut utilisée par les deux amis à des explorations botaniques dans l'Est du Bengal, Chittagong, Silhet et les collines Khasia. De retour en Angleterre, en 1851, Hooker reprend la tâche de publier les résultats de l'expédition antarctique et commence, en collaboration avec Thomson, à élaborer ceux des voyages dans l'Inde. La collaboration des deux amis pour la préparation d'une « Flora Indica », dont le premier et unique volume parut en 1855, cessa lorsque Thomson retourna aux Indes et que Hooker fut nommé, cette même année, au poste de Directeur-assistant à Kew, sous les ordres de son père, fonction suffisante à absorber tout le temps d'un fonctionnaire ordinaire. L'accomplissement de ses devoirs ne l'empêcha pas cependant de se livrer aussi à ses études sur la botanique des régions antarctiques, et l'année 1860 vit l'achèvement de ce travail considérable. **Hooker** put ajouter encore de nouveaux éléments à ses connaissances déjà si considérables de topographie botanique. En effet, dans l'automne de cette même année, il fut demandé par le capitaine **Washington**, hydrographe de la Marine royale, pour participer à une mission scientifique en Syrie et en Palestine. Dans le cours de ce voyage, il ascensionne dans le Liban et étudie l'histoire, la position et l'âge des cèdres qui avaient rendu le nom de ces montagnes familier, mais sur lesquelles jusqu'alors rien n'était exactement connu.

A la mort de Sir William-Jackson **Hooker**, en 1865, **Hooker** était nommé Directeur des Jardins royaux de Kew, succédant ainsi à son père. Il conserva ces fonctions durant vingt années. L'accroissement de travail et les responsabilités de cette période n'empêchèrent pas **Hooker** de satisfaire, pour une large part, aux devoirs publics qui sont le lot des hommes occupant une situation de cette importance. Il présida plusieurs fois les réunions de la *British Association* (1868 et 1874). En 1873, il a la tâche difficile de présider la *Royal Society* et occupe la chaire présidentielle pendant les cinq années suivantes. Ces divers devoirs ne l'empêchèrent pas d'entreprendre plusieurs voyages botaniques : En 1871, au Maroc et dans la chaîne de l'Atlas; en 1877, en compagnie de son ami intime, Asa **Gray** et avec **Hayden**, aux Etats-Unis, où il explore, au point de vue botanique, le Colorado, le Wyoming, l'Utah, les Montagnes rocheuses, la Sierra Nevada et la Californie.

A partir du moment de sa retraite, en 1885, la vie de **Hooker** s'écoule à The Camp, près de Sunningdale, où il s'était fait construire une habitation comprise avec tout ce que la science et le goût peuvent suggérer au point de vue du confort et de l'art, et enrichie, en outre, d'une très remarquable collection des plantes de la contrée. Là, il se consacra, avec toute l'énergie et l'enthousiasme qui marquèrent le début de sa carrière, à compléter les travaux commencés et à en entreprendre de nouveaux. Son esprit critique et sa vigueur physique, laquelle ne fut sérieusement affectée que quelques semaines avant sa mort, purent dès lors être entièrement consacrés à des travaux personnels qui représentent, à eux seuls, l'ample moisson de toute une existence de travailleur.

L'œuvre de **Hooker** est trop considérable pour être envisagée ici dans ses détails; tout ce que l'on peut faire c'est indiquer les directions variées de son activité intellectuelle et noter comment celle-ci se trouva influencée par les événements principaux de son histoire personnelle.

Au début de sa carrière scientifique, nous voyons **Hooker** travailler dans l'herbier de son père, à Glascow. Sa première publication est une note sur les mousses des Indes, écrite en collaboration avec le professeur Harvey, en 1840; bientôt après il rejoignait l'expédition de Ross. Les études concernant les plantes cryptogames constituèrent une des principales inclinations de ses débuts, car, quelques-unes des plus importantes de ses publications, préparées de 1844 à 1847, alors qu'il était de retour de l'Antarctique, concernent les hépatiques, les lichens, les mousses et les algues des régions circompolaires. Il manifeste, en outre, à peu près à cette même époque, une vive prédilection pour la Botanique fossile; c'est ainsi qu'un certain nombre de mémoires, publiés en 1842, alors qu'il était encore botaniste à bord de l'*Erebus*, concernent les bois fossiles de Tasmanie. Au fur et à mesure qu'avançait la publication des résultats de l'étude des matériaux recueillis dans son expédition de l'Antarctique, nous le voyons s'adjoindre plus souvent des collaborateurs spécialisés pour ce qui concernait la botanique cryptogamique. Les résultats botaniques du voyage antarctique occupent 6 volumes in-quarto subdivisés en trois sections : 1° la « Flora Antarctica » achevée en 1847, avant qu'il ne parte pour l'Inde; 2° la « Flora Novæ Zelandiæ », publiée en 1853, après son retour, et 3° la « Flora Tasmaniæ », publiée en 1860, après qu'il fût devenu assistant-directeur à Kew.

Mais la préparation de la première partie de cet ouvrage n'empêcha pas d'autres travaux, tandis qu'il était attaché au *Geological Survey*, entre 1845 et 1847. Il écrit alors plusieurs mémoires importants concernant la botanique fossile, de 1846-1847, dont le plus notable est une étude de la végétation de la période carbonifère comparée avec celle d'aujourd'hui et qui fut imprimée en 1848. Il ne cessa pas de s'intéresser à ce genre d'études, lorsque prit fin sa collaboration avec le *Geological Survey* car il publie deux intéressantes notes de botanique fossile en 1855. Il cesse cependant d'apporter toute contribution à ce genre d'études après sa nomination comme directeur-assistant.

Son travail sur l'Antarctique et ses études sur la Botanique fossile ne prirent cependant pas tout son temps en dehors de ses obligations concernant le *Geological Survey*, avant son départ pour l'Inde. Il peut, en effet, rédiger une Enumération des plantes de l'Archipel Galapagos (1847) et collaborer avec Bentham à la « Flora Nigritiana » incorporée, par Sir W.-J. Hooker, dans la « Niger Flora » publiée en 1849.

Quelques-uns des résultats des observations de Hooker sur l'Inde, notamment ceux relatifs à ses voyages dans les plaines de l'Inde, furent publiés par l'*Asiatic Society of Bengal*, en 1848. Mais si, à son retour en Angleterre, en 1851, il est repris par l'élaboration des résultats de son expédition dans l'Antarctique, ses matériaux concernant l'Inde ne sont pas pour cela négligés. Il commence, en collaboration avec Thomson, la « Flora Indica » dont un volume paraît en 1855, et publie deux magnifiques in-folios illustrés : « The Rhododendrons of the Sikkim-Himalaya » édité par son père entre 1849 et 1851, d'après ses documents, et « Illustrations of Himalayan Plants » en 1855.

Comme complément à l'étude des familles décrites dans l'unique volume de leur « Flora Indica » HOOKER et THOMSON discutent dans le *Journal de la Société Linnéenne*, divers problèmes intéressants relatifs à certaines plantes; ils font l'objet d'une série de notes : « Præcursores ad Floram Indicam ». Enfin, HOOKER publie, en deux volumes in-octavo, son « Himalayan Journal », un des livres de voyage les plus intéressants de la littérature anglaise.

Les dix années pendant lesquelles HOOKER fut Directeur-assistant à Kew furent marquées par une extraordinaire activité. Le temps qu'il pouvait distraire à ses devoirs administratifs était loin d'être absorbé entièrement par ses travaux sur l'Antarctique et sur l'Inde. En 1862 et en 1864, il a l'occasion d'étudier d'importantes collections de plantes de Fernando Po et du Cameroun, et ses publications, à ce propos, prouvent qu'il ne néglige pas l'étude du Continent noir; il le montre encore par son travail sur la flore subalpine du Kilimandjaro.

HOOKER envisage les problèmes relatifs à la répartition des espèces dans ses classiques : « Outlines of the Distribution of Artic Plants » (1861); dans un discours à la *British Association*, à Norwich, en 1866, intitulé «Insula Floras» et dans son «Introductory Essay to the Flora of Tasmania » publiée en 1860. Les idées émises dans ses ouvrages concernant l'origine et la distribution des espèces, suffisent à expliquer que HOOKER, d'accord avec LYELL, ait agi auprès de DARWIN, en 1858, pour qu'il publiât un ouvrage préliminaire sur sa célèbre hypothèse. DARWIN, qu'unissaient à HOOKER les liens de l'amitié, a puisé dans l'œuvre de ce dernier, un grand nombre des faits qui viennent à l'appui de sa théorie.

Durant la même période de son activité, entre 1858 et 1864, HOOKER travaille à l'énumération des plantes de Ceylan de Thwaites. A cette période correspond, en outre, la rédaction de la seconde partie de la flore antarctique sous la forme d'un « Handbook of the New Zealand Flora » faisant partie de la série des Flores coloniales publiées par autorité du Gouvernement. Une partie du travail parut en 1863, et la fin en 1867. Cette période comporte, en outre, d'importantes études spéciales variées sur la structure et les affinités des Balanophorées (1856); sur le développement et l'origine des urnes de *Nepenthes* (1859), et sur le *Welwitschia* (1863). Le plus important résultat du voyage de HOOKER en Syrie, en 1868, est un mémoire sur les Cèdres du Liban, Taurus, Algérie et Indes, publié en 1862; mais il faut encore lui rapporter la publication d'une curieuse histoire de la botanique de Syrie et de Palestine, publiée comme complément à la « Smith's Bible Dictionary » en 1863. A tous ces travaux, déjà si importants, il faut en ajouter un plus considérable encore : la préparation, en collaboration avec BENTHAM, d'un grand « Genera Plantarum » qui est un des monuments élevés à la Botanique, les plus considérables du XIX^e siècle; des trois volumes que comprend cet ouvrage, le premier parut en 1865, les autres successivement en 1876 et 1883. Ce livre de botanique descriptive marque, en outre, une date dans l'histoire des classifications botaniques; celle qui y est adoptée reproduit l'ordre de l'herbier de Kew; elle constitue une modification de la classification de DE CANDOLLE et concerne seulement les Phanérogames. La direction de Kew, que HOOKER prend cette même année, apporte avec elle toutes les responsabilités que comportent l'administration d'une aussi importante institution nationale; celles-ci ne l'empêchèrent pas cependant d'apporter tous ses soins à la continuation de la publication du « Genera Plantarum,» dont le second volume fut achevé en 1876 et le troisième en 1883. Ses nouvelles fonctions lui imposent encore l'obligation morale de continuer la publication du *Botanical Magazine* et des *Icones Plantarum* édités par son prédécesseur, ce qu'il fit, même après sa retraite en 1885; dans le cas des *Icones* jusqu'en 1889, dans celui du *Magazine* jusqu'en 1902, et avec la collaboration de W. B. HEMSLEY pendant deux années encore. Sa contribution à ce périodique se terminant, en 1904, au cent-trentième volume. La mort de son père lui imposa un autre devoir filial : celui de remplacer, en 1870, le « British Flora » par son propre « Studients Flora ». Il annota et arrangea dans une traduction anglaise, en 1873, les familles naturelles de plantes du « Traité » de LE MAOUT et DECAISNE.

Les résultats du voyage de HOOKER dans le Nord de l'Afrique, en 1871, sont donnés dans « A Journal of a Tour in Marocco and the Great Atlas », écrit en collaboration avec BALL et publié en 1873; ceux de sa visite dans l'Amérique du Nord, en 1877, furent résumés dans le périodique « Nature », vol. XVI, p. 539.

Un de ses discours les plus importants par l'influence qu'il exerça sur la pensée scientifique de ses contemporains, est celui qu'il prononça en qualité de Président de la *British Association*, en 1868, où il se fait l'avocat de l'hypothèse de DARWIN, qu'il considère comme le plus sûr moyen d'assurer le progrès des sciences naturelles. Son adresse à la section de Botanique, en 1874, sur « the carnivorus habits of plants » constitue une revue lumineuse des problèmes concernant les plantes carnivores sur lesquelles son attention avait été dirigée déjà, en 1859, par ses propres observations sur les *Nepenthes*.

Nous arrivons à ce qui fut la tâche la plus difficile et la plus prolongée de la vie de l'illustre Botaniste, celle de la publication de la « Flora of British India ». En collaboration avec THOMSON, antérieurement à 1855, il prépara les résultats de leurs voyages dans l'Inde; et, notamment, les deux amis rendirent accessibles aux études scientifiques les trésors botaniques rapportés et conservés dans l'*East India House*. Un corollaire de cette installation fut le travail pénible et difficile d'élaborer un catalogue des divers spécimens représentés, il fut publié en 1865. Un travail similaire dut être fait, en collaboration avec WIGHT, pour l'herbier rapporté des Indes (1870). Quant à la flore des Indes, quatre volumes parurent respectivement en 1875, 1879, 1882 et 1885, date de la retraite de HOOKER. La moitié de la tâche gigantesque était achevée, il allait pouvoir la poursuivre d'autant mieux que sa retraite lui ménageait plus de loisirs. Le cinquième volume fut achevé en 1890, le sixième en 1894, et le septième et dernier en 1897.

Dans l'intervalle de ces publications, HOOKER entreprit une nouvelle et dispendieuse tâche. Peu de temps avant sa mort, DARWIN informait HOOKER de son intention de consacrer une somme considérable à subventionner quelque travail utile aux sciences biologiques. Les difficultés qu'il avait rencontrées dans ses propres études l'avaient conduit à suggérer que ce travail pourrait consister en un index des noms, auteurs et répartition géographique de toutes les plantes. A la requête de DARWIN, ce travail fut donc entrepris par HOOKER avec la collaboration de B.-D. JACKSON. Le résultat fut l'« Index Kewensis » dont la publication seule occupa la période de 1892 à 1895. Les responsabilités attachées au soin de la confection de cet inestimable travail ne l'empêchent pas d'accomplir un acte de justice envers un de ses prédécesseurs en publiant le « Journal of the Right Hon. Sir Joseph Banks, during Captain's first voyage 1768-71 » ; ce travail parut en 1896.

La préparation de la flore des Indes était à peine achevée que la générosité de HOOKER fut une fois de plus invoquée. Feu le docteur TRIMEN avait entrepris la préparation d'un « Handbook of the Flora of Ceylon ». Trois volumes de ce travail avaient paru de 1893 à 1895, mais bientôt survenait la mort de TRIMEN, c'est alors que le Gouvernement de Ceylan pensa au concours de HOOKER. Avec un indomptable courage le vétéran octogénaire entreprit la lourde tâche de compléter le travail d'un autre auteur; c'est ainsi qu'il parut un volume en 1898 et le dernier en 1900. Il consacra les deux années suivantes à écrire la vie de son père qui fut publiée dans les «Annales of Botany» en décembre 1902. A la requête du Gouvernement des Indes, HOOKER prépara ensuite, pour l'« Imperial Gazeteer » une histoire de la végétation de l'Empire indien. Ce travail, particulièrement difficile à cause des limites étroites qui étaient imposées, fut cependant mené à bien sous forme d'un essai comparable à celui qu'il avait réalisé trente ans auparavant sur la botanique de la Syrie et de la Palestine.

Si avancé que fut son âge, l'activité intellectuelle de HOOKER ne pouvait se contenter d'un tranquille repos, et s'il ne s'aventurait plus à l'étude de la flore de contrées nouvelles du globe, du moins quelque province irrégulière pouvait-elle être mise en ordre. Parmi les familles de plantes des Indes signalées par HOOKER et THOMSON dans leurs « Prœcursores», une des plus attrayantes, soit par la variété de ses formes, soit par la complication de ses affinités, était celle des Balsaminées. Depuis 1859, date de leur premier mémoire, une foule de nouvelles formes indiennes et chinoises avaient été rapportées, et les caractères de certaines paraissaient renverser leurs premières conclusions; à l'étude de cet intéressant groupe, HOOKER avait consacré son attention depuis 1904. Il voua aussi ses dernières années au culte du souvenir de ses prédécesseurs ou des contemporains auxquels il avait survécu.

La profondeur de sa science, sa grande influence et la sagesse de ses conseils contribuaient à inspirer le respect, mais au-dessus de ces qualités, les personnes qui l'ont approché s'accordent à louer le charme singulier de ses manières et une instinctive bonté qui appelait l'affection.

HOOKER était membre de la Société Linnéenne depuis 1842, et, depuis 1846, de la *Geological Society*. Il fut élu membre de la Société royale de Londres en 1847, et y exerça pendant six ans les fonctions de vice-président et cinq ans celles de président. Il était correspondant de l'Académie des Sciences de Paris depuis 1866 et en devint plus tard associé étranger. Les Académies de Berlin, Bologne, Boston, Bruxelles, Copenhague, Florence, Gőttingue, Munich, Rome, Saint-Pétersbourg, Stockholm et Vienne, avaient tenu également à se l'adjoindre. Il reçut, à l'instigation de la Société royale, la Médaille Copley, en 1887, et la médaille de DARWIN en 1892; un grand nombre de Sociétés de son pays et divers gouvernements étrangers tinrent à honneur de lui accorder leurs plus hautes distinctions.

Vieillard vigoureux et robuste, le vétéran HOOKER, non seulement assista à la commémoration du cinquantième anniversaire de la publication en collaboration du travail de DARWIN et WALLACE sur la sélection naturelle, organisée par la Société Linnéenne, mais il adressa encore aux délégués présents un discours où il racontait le rôle joué par lui-même cinquante années auparavant; il assista aussi à la cérémonie qui commémorait, en 1909, le centenaire de la naissance de son ami DARWIN. Ayant conservé toute sa lucidité d'esprit et son ardeur au travail jusqu'au dernier moment, HOOKER s'éteignit dans sa résidence The Camp près de Sunningsdale, le 10 décembre 1911. Comme il convenait, on demanda que ses restes fussent inhumés à l'Abbaye de Westminster, mais HOOKER avait exprimé le désir qu'ils soient placés dans la tombe où déjà reposait son illustre père; ce désir fut accompli et son corps déposé, le 15 décembre, dans la tombe familiale du vieux cimetière de Kew, et cette localité, aux portes de Londres, devient, plus encore qu'autrefois, chère aux pélerins botanistes du monde entier.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Gustave Chauveaud. — **L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution** (*Ann. Sc. nat. botanique,* 9e série, Tome XIII, p. 114 à 436, 1911).

Cet important mémoire débute par un historique très complet dans lequel les principaux travaux ayant porté sur l'anatomie générale des plantes vasculaires sont passés en revue. M. Chauveaud expose ensuite les résultats de vingt années de recherches. Cet exposé comprend deux parties : la première réunit toutes les publications antérieures de l'auteur sur le même sujet qui ont paru dans divers périodiques et qu'il est précieux de trouver réunies; la seconde partie décrit un nombre considérable d'observations inédites qui portent sur les familles les plus diverses et qui confirment en les développant les résultats signalés précédemment.

De cet ensemble imposant de faits patiemment observés, M. Chauveaud a déduit un système de principes généraux. Si on laisse de côté quelques types très particuliers, comme certaines espèces de Lycopode, on peut ramener toutes les structures observées à sept types principaux : structures centrique, excentrique, alterne, intermédiaire, superposée, périphérique et opposée. Dans la structure centrique, les tubes criblés forment sensiblement un cercle dont les vaisseaux occupent le centre. On passe aisément de cette disposition à la structure excentrique en supposant que le liber, restant disposé en cercle, le bois quitte le centre pour se rapprocher de la périphérie. Il est inutile de décrire la structure alterne, le type classique de structure primaire de la racine. La structure intermédiaire est une structure encore alterne, mais où le bois tend à venir se superposer au liber. C'est une disposition que l'on observe fréquemment lorsqu'on suit le passage de la tige à la racine. La disposition superposée est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire; les formations secondaires ne sont qu'un cas de cette disposition et il n'y a pas de limite tranchée entre les formations primaires et elles. Lorsque des tubes criblés se trouvent entourés au moins partiellement par des vaisseaux, c'est la disposition périphérique que l'on rencontre chez les Monocotylédones. La structure opposée peut être considérée comme un cas particulier de la structure alterne si l'on suppose l'épaisseur de la moelle égale à zéro, le bois et le liber s'accolent; on a une disposition ressemblant à la structure superposée. Cette structure très primitive s'observe dans les feuilles de quelques Cryptogames.

En étudiant de très jeunes plantules et en multipliant en particulier les observations sur la base des cotylédons, M. CHAUVEAUD est arrivé à la conclusion suivante : il ne considère pas ces types de structure comme des types également primitifs et s'opposant les uns aux autres; en réalité, les plantes vasculaires, dans leurs trois membres n'auraient qu'une seule structure type et cette structure en évoluant donnerait les diverses dispositions indiquées. D'après l'auteur, l'évolution de la structure des plantes vasculaires se partage en deux cycles. Le premier cycle comprend les dispositions centrique, excentrique et alterne; il n'est réalisé que chez certains cryptogames. Le second cycle a pour point de départ la structure alterne et comprend en outre les structures intermédiaire, superposée et périphérique; il est seul réalisé chez les Phanérogames et il s'observe aussi chez certains Cryptogames.

L'étude du second cycle peut être faite d'une manière parfaitement rigoureuse parce que, suivant l'âge de la plante, les diverses formations se succèdent au même niveau. Pour observer, par exemple, la structure alterne sur la tigelle, à un certain niveau, il faut prendre une plantule extrêmement jeune. Chez une plantule un peu plus âgée, on trouve au niveau correspondant, la structure intermédiaire; si l'on prend un échantillon encore plus avancé, on a la structure superposée.

Dans beaucoup de cas, on peut constater directement qu'il y a eu structure alterne en un point où l'on observe la structure superposée car on trouve souvent entre les faisceaux libéro-ligneux les restes de vaisseaux alternes en voie de destruction. Dans la tige des Gymnospermes et des Dicotylédones, par suite du développement considérable des formations secondaires intralibériennes, la structure superposée, se transforme elle aussi et l'on aboutit à la structure périphérique avec chaque groupe libérien encastré entre des vaisseaux.

Le premier cycle ne peut être mis en évidence d'une manière aussi lumineuse que le second parce que, pendant les phases qui constituent ce cycle, les dispositions différentes ne coexistent pas au même niveau; on ne peut retrouver les diverses phases qu'en faisant des coupes successives à différents niveaux sur une même plantule.

Le second cycle peut être incomplet par arrêt ou par accélération de l'évolution de la plante ou encore par disparition d'éléments transitoires. Ainsi, chez les Phanérogames, par suite d'une accélération de développement, la phase alterne est supprimée dans la tige et dans toutes les feuilles autres que les cotylédons, tandis que cette phase subsiste dans la racine qui aurait conservé un caractère ancestral. Or, on sait que, certaines plantes fossiles, telles que le *Sphenophyllum*, la phase alterne existe dans la tige entière et que les formations qui la représentent subsistent pendant toute la vie de la plante.

Les observations de structure alterne dans le haut de certains axes hypocotylés et à la base de certains cotylédons chez des plantules très jeunes ont une très grande importance parce qu'on peut en retrouver dans des plantes appartenant aux familles les plus diverses. Parfois, chez une plante, on trouve une disposition alterne très passagère à la base des cotylédons tandis que, chez une autre plante très voisine, on trouve dès le début la structure superposée, le stade alterne étant supprimé par une abréviation de développement.

Il convient d'attirer l'attention sur un point particulier qui présente quelque difficulté : en se plaçant au point de vue auquel conduisent les très nombreuses et très précises observations de M. Chauveaud, on ne doit plus considérer le premier vaisseau qui apparaît dans une tige pour donner une structure superposée comme l'homologue du premier vaisseau alterne de la racine ; pourtant, au point de vue histologique, les premiers vaisseaux de la tige, par leur structure intime, par leurs ornements, ont des caractères primitifs comme ceux de la racine. Cette objection possible ne paraît pas décisive : le premier vaisseau de la tige, par le seul fait qu'il est le premier vaisseau formé effectivement en une région donnée, pourrait très bien avoir des caractères histologiques primitifs sans pour cela jouer nécessairement dans l'histoire de la plante un rôle comparable à celui du premier vaisseau de la racine.

Je viens d'exposer très sommairement les principes fondamentaux que M. Chauveaud a recueillis de l'ensemble des observations qu'il a faites au cours de vingt années. Je voudrais aborder maintenant une question qui présente un intérêt capital au point de vue de l'histoire de la Science et chercher à voir dans quel sens, cette masse considérable de faits, observés avec tant de précision, peut influencer notre attitude à l'égard de la théorie des « phytons », cette théorie qui semble cadrer si bien avec tout ce que l'on a observé chez la plante adulte.

Pour les Cryptogames, toutes les conclusions du beau mémoire que nous sommes en train d'analyser confirment et précisent la théorie des phytons. M. Chauveaud, trouvant la structure opposée à la base du pétiole de la première feuille de *Polypodium*, émet l'idée que cette structure doit être très primitive, que c'est même, peut-être, la structure vraiment ancestrale des premiers thalles qui se seraient fusionnés pour former les plantes vasculaires. Voici comment l'auteur explique la structure d'une Fougère :

« En suivant le développement dans certaines Fougères telles que le *Polypodium Preslianum*, où le début du développement est très lent, on voit se différencier une plantule reliée au prothalle par l'intermédiaire du pied et composée d'une racine et d'une feuille entre lesquelles une portion non différenciée subsiste sous forme d'un petit mamelon à peine saillant. Quand la première feuille a atteint un certain développement, ce petit mamelon donne naissance à une portion qui continue le pied, à une seconde feuille, à une seconde racine et à une quatrième portion non différenciée. » Le développement se continue ainsi de proche en proche. « Le nombre des éléments croissant à chaque génération nouvelle et les générations naissant à des niveaux de plus en plus rapprochés, il se produit un accroissement rapide, dans le sens transversal, du corps formé par l'ensemble des parties ainsi fusionnées. C'est ce corps qu'on appelle tige. »

Chez les Fougères, la structure de la tige étant antérieure à la phase alterne, le raccordement se fait de la tige vers la racine. Chez d'autres plantes telles que les palmiers, le raccordement se fait, au contraire, de la racine vers la tige. Enfin, lorsque l'axe hypocotylé a la structure alterne et que les faisceaux de la radicule sont en nombre égal à celui des faisceaux de l'axe hypocotylé, il n'y a pas à proprement parler de raccordement, mais une continuité parfaite. Selon M. Chauveaud, le raccord entre la tige et la racine peut se faire indifféremment dans un sens ou dans l'autre suivant les cas, l'organe à la structure la plus récente se raccordant toujours sur l'organe à la structure la plus ancienne. Chez les Cryptogames, la feuille ayant une structure primitive, il n'y a pas de difficulté à supposer que c'est sur elle que tout vient se raccorder. Chez les Phanérogames, au contraire, si l'on excepte les cotylédons de nombreuses espèces, la feuille débute toujours par la structure superposée, ce qui indiquerait une accélération de développement très caractérisée, par rapport à la racine à structure alterne.

Dans quelle mesure est-il légitime d'admettre, en présence de ces résultats, que la tige d'un Phanérogame est bien une somme de queues de feuilles comme l'examen de la plante adulte semble le montrer ?

Dans le présent mémoire, M. Chauveaud ne semble pas poser cette question : les principes fondamentaux auquel il arrive ne sont que la schématisation des faits observés avec le strict minimum d'extrapolation nécessaire pour grouper ces faits et les mettre en valeur. Ce serait se lancer à fond dans le domaine de l'hypothèse que chercher à établir depuis l'origine la manière dont se sont constitués des êtres aussi complexes et aussi évolués que les Phanérogames. La racine a une structure plus primitive que la feuille, mais cela ne veut pas dire qu'elle est nécessairement plus ancienne qu'elle : placée dans le sol, dans un milieu où les conditions changent peu, elle a, peut-être, gardé ses caractères ancestraux, tandis que la feuille apparue plus tôt qu'elle au cours des siècles se serait profondément modifiée par accélération de l'évolution.... Nous ignorons la filiation des Phanérogames, les arbres généalogiques de Hæckel ont eu un trop triste sort pour qu'il soit bien raisonnable aujourd'hui de tenter de pareilles aventures et, en aucun cas, de vagues considérations sur la phylogénie ne doivent nous amener à laisser de côté les données précises de l'ontogénie. Mais enfin, bien que rien ne prouve que les Phanérogames descendent des Cryptogames vasculaires, il me semble qu'on ne sort pas des hypothèses plausibles en admettant une parenté entre toutes les plantes vasculaires; l'étude des organes de reproduction conduit tout naturellement à le faire. La constitution de la Fougère en phytons semble manifeste; il paraît légitime d'admettre que les Phanérogames ont dû avoir eux aussi un mode de formation analogue dans ses grandes lignes même si, à l'heure actuelle, on ne pouvait plus reconstruire leur schéma originel. Il ne convient pas d'ailleurs, de s'arrêter ici plus longtemps sur ces considérations très hypothétiques à propos d'un ensemble de travaux essentiellement positifs qui mettent particulièrement bien en lumière l'idée fondamentale à laquelle aboutissent, par des voies différentes, la plupart des systèmes par lesquels on a cherché à expliquer l'anatomie des végétaux vasculaires, l'unité de structure de la plante dans ses trois membres.

Jean FRIEDEL.

TANSLEY, A. G. **Types of British Vegetation** (*Les régions florales de l'Angleterre*), par les membres du Comité central pour l'étude de la flore anglaise. (*Cambridge, Univ. Press.*, 416 p., XX, 36 pl. et 21 fig., 1911).

Cet élégant volume est le premier ouvrage d'ensemble ayant trait à la géographie botanique de l'Angleterre; il synthétise les travaux effectués durant ces dix dernières années par les membres du *British Vegetation Committee.*

Dans l'introduction, après avoir distingué l'étude *floristique* d'une région de celle de sa *flore,* les auteurs définissent les *formations* (*plant-communities* ou *plant-formations*) qui sont des groupements spontanés de végétaux, des unités à la fois topographiques et physionomiques, telles les formations forestières, les formations buissonnantes (landes et bruyères), les prairies marécageuses. Chaque formation est en relation étroite avec son habitat, ce qui conduit à étudier pour chacune d'elles le *caractère écologique* de la végétation, c'est-à-dire les rapports des plantes avec le milieu et, à ce sujet, il convient de séparer l'influence des conditions météorologiques (*facteurs climatiques*) de celle du substratum (*facteurs édaphiques* jouant en Angleterre un rôle plus important que les précédents).

L'extension des formations forestières, considérable autrefois, a été sensiblement réduite du fait de l'homme mais, dans des conditions favorables, la forêt peut se régénérer. De plus, même à l'état naturel, chaque formation traverse successivement diverses phases.

Les unités phytogéographiques subordonnées sont l'*association végétale* (*plant-association*) formée par les types de végétation (forêt, sous-bois, tapis) observés dans une formation donnée et enfin la *station* (*plant-society*), unité essentiellement locale.

La première partie du livre est consacrée à la géographie physique de la Grande-Bretagne : la nature des terrains, l'orographie, les caractères climatériques et les différents sols y sont successivement envisagés en insistant surtout sur les facteurs susceptibles d'exercer une influence plus directe sur la distribution des végétaux.

La description des régions florales fait l'objet de la seconde partie. M. Tansley et ses collaborateurs traitent tout d'abord la distribution des types de végétation caractéristiques, l'extension du sol forestier comparée à celle de la lande et des cultures, les modifications apportées à la surface boisée par le défrichement; ils passent ensuite en revue les principales associations : forêts, prairies, bruyères, tourbières, marais, types littoraux, aisément reconnaissables à la physionomie qu'elles impriment au paysage.

Le chapitre II est consacré aux sols argileux : ils ont été, presque sans exception, occupés à une certaine époque par l'association du chêne pédonculé (*Quercetum Roburis*). Comme termes de transformation, on trouve actuellement des taillis sous futaie couvrant des étendues considérables, des landes, enfin des prairies. Ces sols sont cultivés en maints endroits car ils sont souvent situés en plaine ou dans des vallées.

La végétation des sols siliceux est typiquement constituée par la « forêt de chênes sur sable sec » (*Quercetum arenosum*, *Roburis* et *sessilifloræ*) ou par des formations buissonnantes de bruyères.

Tout un chapitre est réservé à l'étude des bruyères et de leur évolution vers la forêt; l'association chêne-bouleau-bruyères, caractéristique de tout le Sud-Est de l'Angleterre, forme transition avec les formations forestières; la pineraie est placée dans les formations de bruyères.

Sur les sols calcaires, les auteurs distinguent trois formations envisagées pour la première fois dans la flore anglaise :

a) Les calcaires anciens (*Mountain limestone*) avec la forêt de frênes passant à l'association de la prairie calcaire (*Festuca ovina*) par la lande (*ash-scrub*); *b*) les associations de la forêt de hêtres et de la forêt de frênes sur la craie, avec des *Taxus*; *c*) les pâturages crayeux si particuliers des South Downs formant l'association de la prairie. A noter sur les sols marneux et les grès calcaires, la forêt frêne-chêne fréquemment aménagée en taillis frêne-chêne-noisetier.

L'étude de la flore des eaux douces renferme un aperçu sur la distribution du phytoplancton.

Les sols tourbeux comprennent aussi trois formations : les landes de bruyères, les tourbières et les formations marécageuses. On range dans les landes de bruyères des associations à aspect nettement xérophytique situées sur la tourbe sèche (Trockentorf). Les dénominations de tourbières et de marais désignent des formations sur sols tourbeux relativement profonds : les marais occupent les plaines d'estuaires et le pourtour des lacs dont l'eau est riche en sels minéraux et particulièrement en carbonate de chaux; les formations tourbeuses (Hochmoor) sont essentiellement acides, hydrophiles et pauvres en sels minéraux. La flore des marais et des cours d'eau et leurs rapports réciproques font l'objet d'une étude détaillée dans les vallées de la côte est du Norfolk. Parmi les tourbières, on distingue les tourbières de plaines et celles de montagnes : les premières ont une origine aquatique et beaucoup ont passé par une période marécageuse; ce sont, par exemple, celles de la partie nord du Lancashire et de New-Forest dans le Hampshire. La description des tourbières de montagnes dans la chaîne Pennine donne lieu à l'exposé de l'évolution de ces formations.

Les espèces qui composent la végétation arctico-alpine ont une aire géographique restreinte et sont généralement cantonnées dans les hautes altitudes. On peut, d'après leurs conditions écologiques, admettre trois formations : 1° les prairies arctico-alpines; 2° les landes des sommets; 3° une formation « chomophyte » arctico-alpine. *Alchemilla alpina* caractérise les prairies situées au delà de la zone forestière et des associations fermées des tourbières et des landes. Les landes des sommets couvrent les plateaux dont le sol est constitué par des éboulis rocheux; la végétation y est d'abord clairsemée, mais peut passer au tapis ininterrompu de *Rhacomitrium lanuginosum.* La formation chomophyte est limitée aux endroits où le rocher est complètement dénudé et les espèces diffèrent suivant la nature du substratum, débris, fissures ou saillies.

Quant à la végétation littorale, les marais salés et les dunes sont décrits en détail ainsi que la formation des « grèves à galets ».

Une soixantaine de photographies hors texte illustrent cet ouvrage : on peut regretter pour quelques-unes que la petitesse de l'épreuve ne laisse pas discerner tous les détails désirables : c'est l'inconvénient inévitable du format si pratique qui a été adopté.

Les figures en noir accompagnant le texte sont complétées par deux diagrammes; un index des noms botaniques et un index des matières facilitent les recherches.

Ce livre sera apprécié, non seulement par les phytogéographes et les botanistes, mais aussi par les curieux de la nature voyageant en Angleterre et désireux de pénétrer la vie intime et les interactions des êtres qui forment les paysages souvent imposants de ce pays.

Robert Jolly.

G. Capus, Docteur ès Sciences, ancien Directeur général de l'Agriculture en Indo-Chine, et D. Bois, Assistant au Muséum d'Histoire Naturelle, Professeur à l'École Coloniale. **Les Produits Coloniaux:** *Origine, Production, Commerce.* Un vol. in-18 jésus de 680 pages, avec 202 gravures et cartes dans le texte (Librairie Armand Colin, rue de Mézières, 5, Paris), relié toile. 7 fr.

A une époque où les colonies ont pris, dans la vie économique des nations, une place considérable, il n'est plus permis d'ignorer leurs richesses propres, c'est-à-dire leurs produits naturels. L'administrateur, le colon, le commerçant, l'industriel doivent connaître les différentes productions coloniales et leur rôle dans le commerce local ou mondial.

C'est en vue de répondre à ce besoin de connaissances précises que MM. Capus et Bois ont publié leur ouvrage : *Les Produits Coloniaux.* Ils ont constitué un recueil d'informations scientifiques, économiques, industrielles et commerciales sur les produits coloniaux provenant des règnes minéral, végétal et animal. Leur ouvrage est donc une sorte d'encyclopédie de la production coloniale générale qui épargnera, à toute personne cherchant des renseignements sur tel ou tel produit, les recherches longues et parfois malaisées dans les ouvrages spéciaux et les publications savantes. Le lecteur y trouvera les renseignements qu'il désirera sur l'origine, la production, la préparation, l'emploi et le commerce de tous les produits originaires des colonies, et particulièrement des colonies françaises. Les produits sont étudiés selon leur origine naturelle, c'est-à-dire qu'ils ont été groupés en trois classes, qui forment trois parties dans l'ouvrage : Produits du règne végétal, produits du règne animal et produits du règne minéral; et pour chacun d'eux, on part de l'origine pour aboutir à l'usage pratique que l'on en peut faire. De nombreuses figures accompagnent le texte, et un index alphabétique permet de trouver rapidement ce qui se rapporte au produit que l'on se propose d'étudier.

On se rend compte que cet ouvrage, unique aujourd'hui en son genre, sera le complément nécessaire de tout enseignement commercial et colonial. Il sera de première utilité aux élèves des écoles coloniales, commerciales et agricoles. Mais il prendra place également dans la bibliothèque du planteur, de l'industriel, du négociant et de l'administrateur,qui auront ainsi près d'eux un répertoire complet et détaillé des richesses naturelles qu'ils doivent exploiter et conserver.

E. Küster. **Die Gallen der Pflanzen, Ein Lehrbuch für Botaniker und Entomologen,** pp. X - 437 avec 158 figures. Leipzig, Hirzel, 1911. Prix : 16 Mk., rel. 17 Mk. 50.

Les galles, formations provoquées par des parasites animaux ou végétaux, intéressent les botanistes tant au point de vue tératologique et morphologique qu'au point de vue biologique en général. M. Houard a consacré à la description de ces formations un grand travail paru il y a quelques années (Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée, Paris 1909, 2 tomes); plusieurs auteurs allemands s'occupent aussi de ces formations au point de vue descriptif, mais il manquait dans la bibliographie botanique un ouvrage qui aurait envisagé ces formations intéressantes au point de vue biologique. Le livre de M. Küster comble cette lacune. Nul autre n'était mieux qualifié pour entreprendre cette tâche difficile. L'auteur, dont les botanistes ont apprécié « L'anatomie pathologique des végétaux », poursuit depuis de longues années l'étude biologique des galles; il possède en outre des connaissances bibliographiques très étendues; c'est pourquoi son ouvrage est doublement à recommander : tous les problèmes y sont exposés par un spécialiste qui les a touchés de près dans ses travaux personnels, il contient en même temps des renseignements bibliographiques précieux.

On trouve dans ce livre les chapitres suivants :

Introduction (Histoire du problème. Les buts et les méthodes de la cecidologie générale).

I. — Les animaux et les végétaux provoquant des galles.
II. — Les plantes à galles.
III. — La morphologie des galles.
IV. — L'anatomie des galles.
V. — La chimie des galles.
VI. — L'étiologie des galles.
VII. — La biologie des galles.
Appendice. — Les formations galliformes du corps animal.

Il est à souhaiter que l'ouvrage trouve sa place dans les laboratoires botaniques et entomologiques, il contribuera ainsi au progrès de l'étude d'un domaine important de la tératologie végétale qui intéresse au point de vue biologique, les botanistes ainsi que les zoologistes.

G. Seliber.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. le Professeur VON TSCHERMAK est nommé Directeur du nouvel Institut pour les essais de culture fondé en Autriche par le prince Jean DE LICHSTENSTEIN.

⁂

M. BLIES, vétérinaire français, a été nommé Directeur du Laboratoire de Bactériologie qui vient d'être créé au Chili.

⁂

Mme AZOULAY, née AZOUBID, a fait don à l'Université d'Alger d'une somme de 200.000 fr. dont les intérêts doivent être affectés à l'entretien des Laboratoires de la Faculté des Sciences.

⁂

On va aménager pour l'installation des laboratoires et des amphithéâtres de Sciences naturelles de l'Université de Dijon, les bâtiments de l'ancien séminaire.

⁂

M. CABANNES a été nommé chef des travaux d'Histoire naturelle à la Faculté de Médecine de Montpellier.

⁂

M. COTTE est chargé du cours d'Histoire naturelle de l'École de Médecine de Marseille.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Juin 1912

N° 282

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 JUIN 1912

I. — REMARQUES ANATOMIQUES SUR LA SYNCOTYLIE ET LA MONOCOTYLIE DE QUELQUES PLANTULES DE DICOTYLÉDONES, par **M. A. Guillaumin** . . 225

II. — SUR LES DIAPHRAGMES DES CANAUX AÉRIFÈRES DES PLANTES, par **M. Le Blanc** 233

III. — RECHERCHES SUR LA DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE DANS LES PLANTES, par **MM. W. Louguinine** et **G. Dupont** 244

IV. — SUR LES PREMIERS STADES DU DÉVELOPPEMENT DU *TERMINALIA CATAPPA*, par **M^lle^ M. Colani** . 267

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 271

Planche contenue dans cette livraison

Planche 10

Cette livraison renferme en outre vingt-cinq figures dans le texte

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

REMARQUES ANATOMIQUES SUR LA SYNCOTYLIE ET LA MONOCOTYLIE DE QUELQUES PLANTULES DE DICOTYLÉDONES

par M. A. GUILLAUMIN

Dans une note récente (1), j'ai indiqué que, chez *Schinus terebintifolius*, des plantules paraissant n'avoir que 2 cotylédons en avaient en réalité trois, car il y avait soudure bord à bord entre un cotylédon supplémentaire et un cotylédon normal qui paraissait alors émarginé ou plus ou moins fendu, mais avait une taille sensiblement double de celle d'un cotylédon normal.

Le fait est bien connu, du reste, et extrêmement commun chez les *Acer*, particulièrement — et je ne sais s'il y a là une relation de cause à effet — au voisinage des routes et des sentiers où les embryons ont peut-être subi quelque traumatisme. Ainsi, on pouvait, cette année, en rencontrer au printemps de très nombreux exemples dans les squares de la place Denfert-Rochereau, à Paris. Il est facile de distinguer cette syncotylie de la scission partielle d'un cotylédon, car dans l'hypocotyle, il y a alors des faisceaux supplémentaires comme dans la polycotylie et le nombre des faisceaux du pétiole du cotylédon anormal est le double de celui du cotylédon normal.

Le même mode de syncotylie peut avoir lieu entre les deux cotylédons normaux : c'est ce que Hegelmaier (2) a appelé la pseudomonocotylie. L'anatomie du pétiole cotylédonaire double est alors en tous points semblable à celle qu'on rencontre dans la soudure entre un cotylédon supplémentaire et un cotylédon normal, mais l'hypocotyle ne présente pas de faisceaux supplémentaires, il y a seulement rapprochement des faisceaux.

---

(1) Guillaumin : Germinations anormales (*Bull. de la Société botanique de France*, LVIII, p. 488, 1911).

(2) Hegelmaier : Vergleichende Untersuchungen über Entwickelung dicotyledoner Keime (1878).

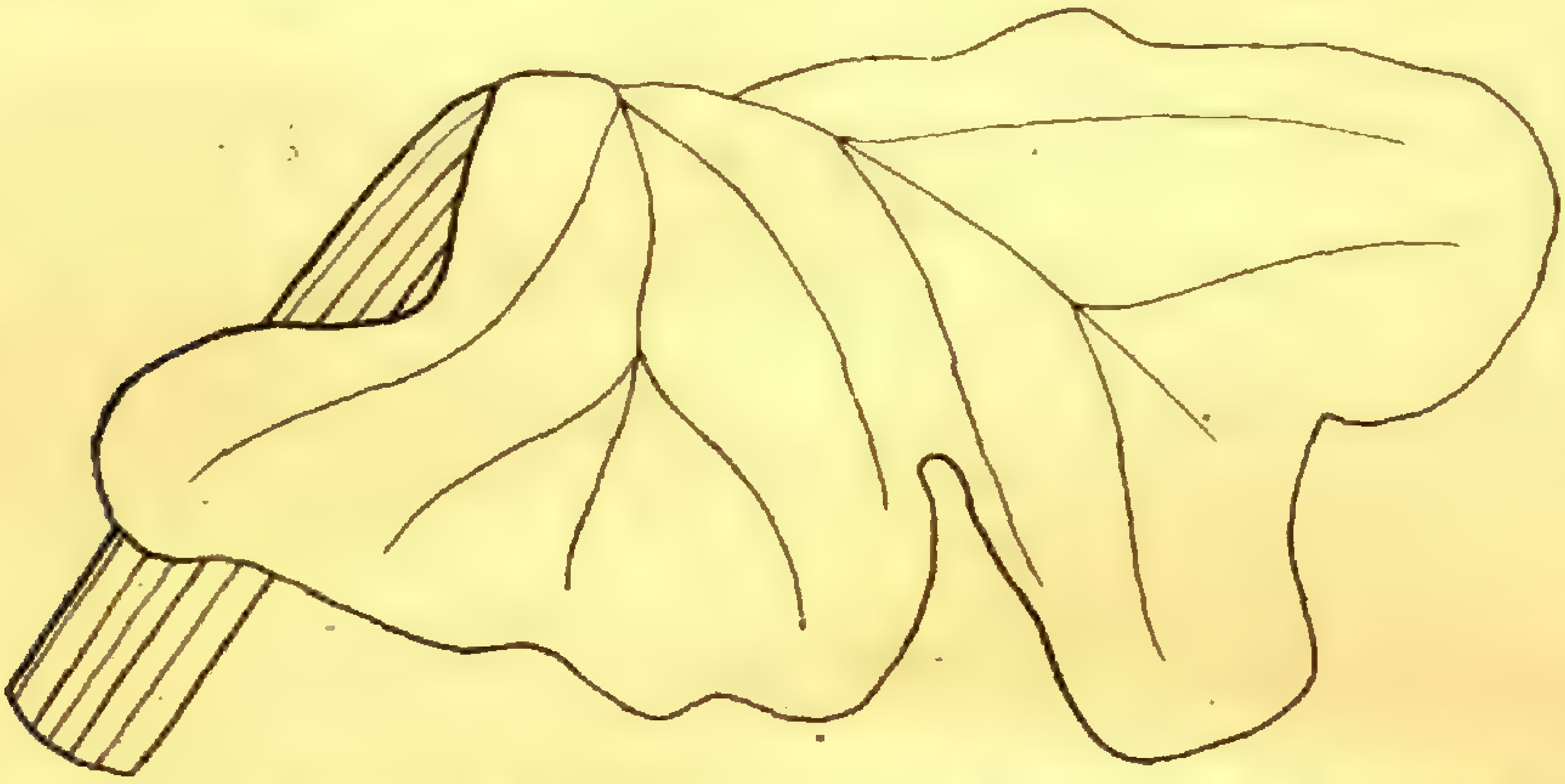


Fig. 1. — *Chou de Bruxelles.* Cotylédon double formé par la soudure latérale des deux cotylédons × 4.

Masters (1) rappelle que de Candolle (2) en a cité un exemple chez *Ebenus cretica*, mais le texte original n'est guère probant (3), et signale le fait comme occasionnel dans le genre *Tithonia* et fréquent chez les *Mesembryanthemum* ; depuis, on l'a retrouvé chez une vingtaine d'espèces de familles diverses, et P. Monnet (4) chez les choux de Bruxelles (fig. 1). Le phénomène est du reste normal chez *Ficaria* et *Anemone apennina*, comme l'a montré Sterckx (5).

Dans la figure 2 qui montre la coupe du pétiole du cotylédon

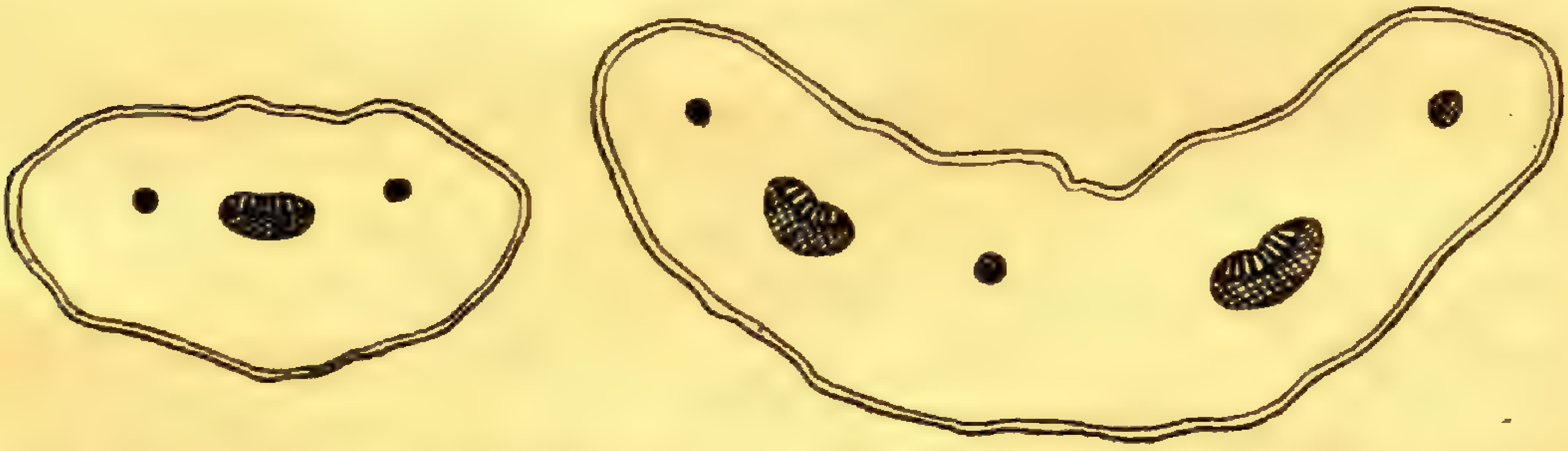


Fig. 2. — Schéma de la coupe du pétiole cotylédonaire vers le haut, à gauche plantule anormale, à droite plantule normale × 23.

---

(1) Masters : *Vegetable teratology*, p. 26 (1869).

(2) De Candolle : *Mémoire sur la famille des Légumineuses*, p. 87 et pl. V, fig. 14.

(3) « Les cotylédons naissent presqu'à fleur de terre, étalés, foliacés, verts, un peu épais, ovales-oblongs, déjetés tous les deux du même côté et quelquefois presque collés ensemble par les bords. »

(4) P. Monnet : Sur des germinations monocotylées de *Brassica* (*Bull. du Museum d'Histoire naturelle*, 1912).

(5) Sterckx : Recherches anatomiques sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées (*Mémoires de la Soc. royale des Sciences de Liége*, III, vol. II, 1900).

double formé par la soudure bord à bord des deux cotylédons d'un chou de Bruxelles, il semblerait qu'il y a fusion en un seul des deux faisceaux normalement latéraux qui, par suite de la soudure, se trouvent ici centraux. Il n'en est rien, car on sait que chez les *Brassica* — et Chauveaud (1) l'a noté — l'un des faisceaux fait souvent défaut et il y a ici soudure entre un pétiole symétrique à 2 faisceaux latéraux et un pétiole asymétrique n'en présentant qu'un.

⁂

La soudure par les 2 bords des pétioles cotylédonaires est assez fréquente normalement : ils forment alors un tube plus ou moins long au fond duquel se trouve la gemmule. Parmi les familles renfermant des espèces où cela est très net, Miss Sargent (2) a noté les Renonculacées, Berbéridacées, Crucifères, Géraniacées, Rhizophoracées, Cucurbitacées, Ombellifères, Composées, Primulacées, Polygonacées. Dans les cas anormaux, ce mode de soudure peut se produire non seulement entre les deux bords des pétioles cotylédonaires, mais aussi entre les bords des cotylédons eux-mêmes : on a alors une ascidie. J'en ai décrit et figuré une notamment chez *Zanthoxylum fraxineum* (3) où, d'ordinaire, les cotylédons sont entièrement libres l'un de l'autre. Je n'ai pas pu faire l'anatomie de ce troisième cas de syncotylie; mais on peut le rapprocher des faits signalés par Mottier (4) pour des embryons jeunes : le sinus séparant les cotylédons au lieu de se produire tardivement ne se serait pas formé du tout.

⁂

La syncotylie peut être encore plus complète et ne se distinguer de la monocotylie qu'au moyen de coupes anatomiques. Dans la variété horticole Dwarf Erfurt Mammoth Cauliflower du *Brassica oleracea*, 4 plantules ont paru ne présenter qu'un seul cotylédon semblable à un cotylédon normal, comme on peut le voir sur la photographie (Fig 3) qui montre, grandeur naturelle, une plantule normale et une plantule monocotylée exactement de même âge (semées le 17 octobre 1911 et récoltées le 1er février 1912). Les cotylédons de la plantule normale étaient flétris, tandis que celui des plantules monstrueuses était encore bien vert.

---

(1) Chauveaud : L'appareil conducteur des plantes vasculaires (*Ann. Sc. nat.* 9ᵉ sér. XIII, p. 329).

(2) Miss Sargent : Theory of the Origin of Monocotyledons founded upon the structure of their seedlings. (*Annals of Botany*, XVII, p. 72, 1903).

(3) Loc. cit.

(4) Mottier : The embryology of some anomalous Dicotyledons (*Annals of Botany*, XIX, p. 447, 1905).

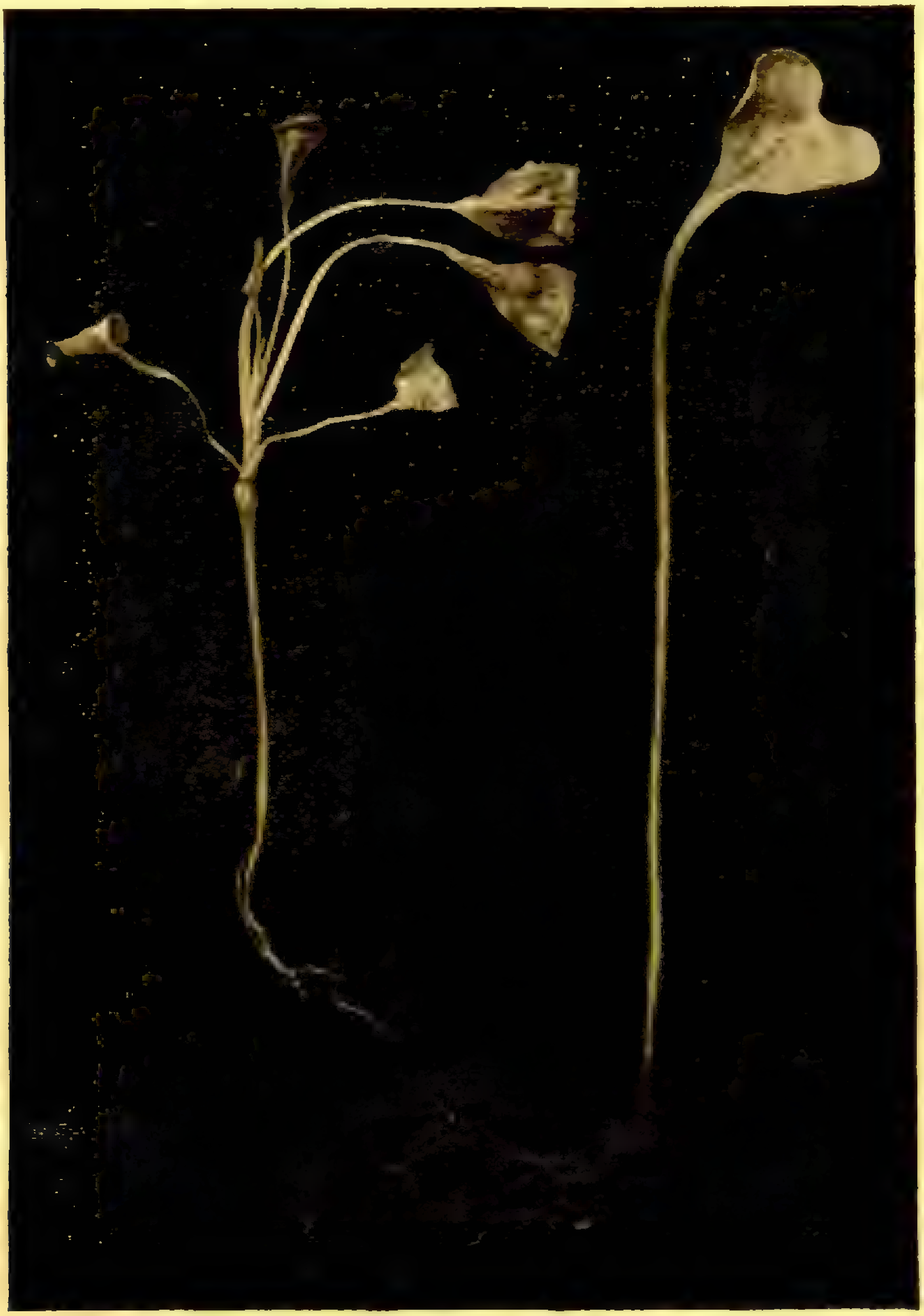


Fig. 3. — *Chou Dwarf Erfurt Mammoth Cauliflower.* A gauche, plantule normale; à droite, plantule monocotylée, exactement de même âge — grandeur naturelle.

L'échantillon qu'a bien voulu me confier M. P. Monnet n'avait encore aucune feuille et la gemmule, restée interne, était à peine visible, mais sur les 3 autres pieds, pourtant exactement de même âge, celle-ci s'était bien développée et avait donné naissance à des feuilles normales. La description de ces singulières germinations a, d'ailleurs, été donnée en détail par P. Monnet (1) et je ne reviendrai donc pas ici sur la morphologie, rappelant seulement que le cotylédon, affectant la forme normale oblongue émarginée au sommet, était plus grand tout en présentant exactement la nervation d'un cotylédon normal, que le pétiole cotylédonaire était plus long que d'habitude et tordu, enfin que le système radiculaire était très développé, ce qui peut tenir à ce que ces plantules curieuses avaient été repiquées chacune dans un godet et bien arrosées tandis que les plantules témoins que j'ai étudiées étaient restées toutes ensemble en terrine et au sec.

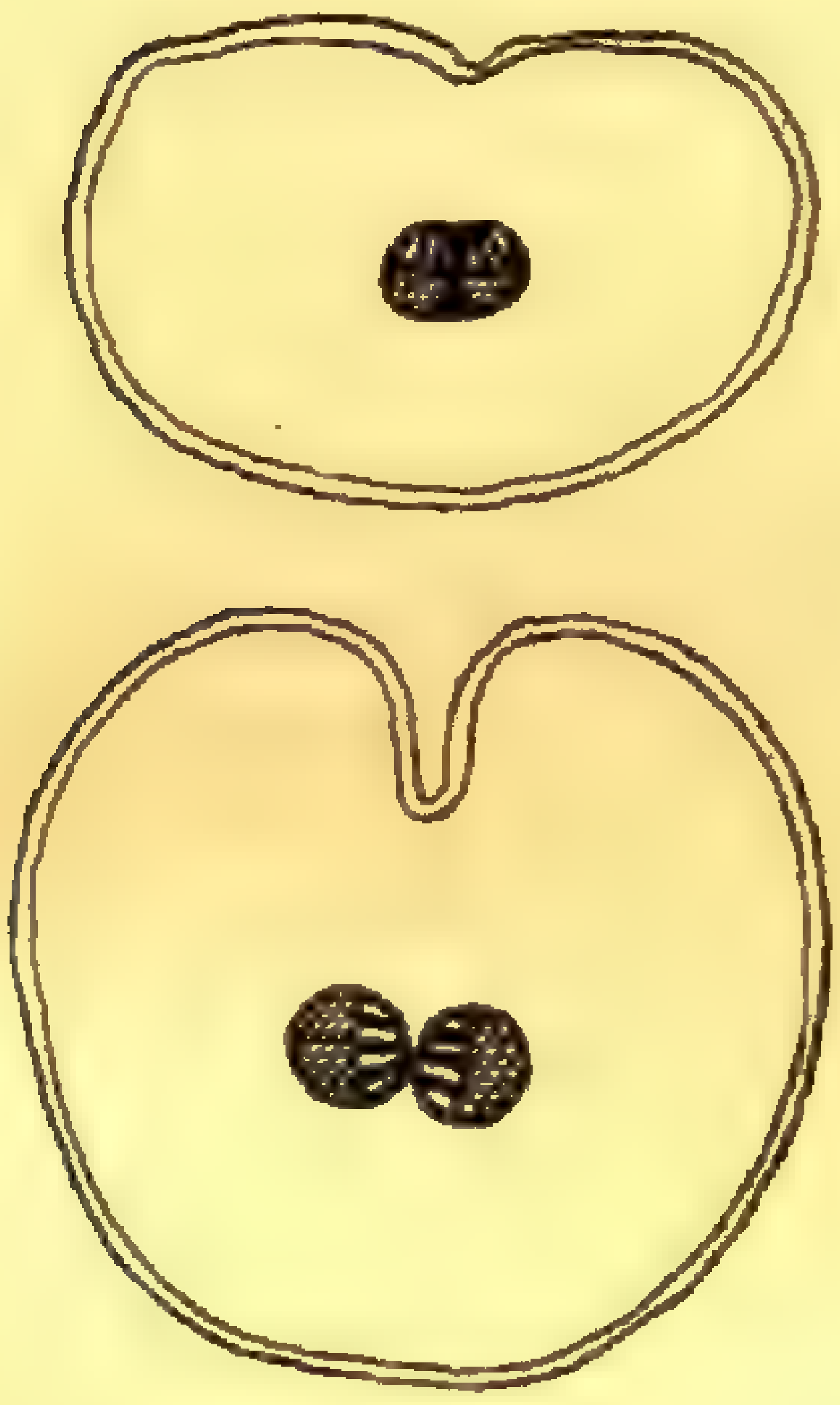


Fig. 4. — *Chou Dwarf Erfurt Mammoth Cauliflower.* Schéma de la coupe du pétiole cotylédonaire vers le bas. En haut, plantule normale; en bas, plantule monocotylée × 23.

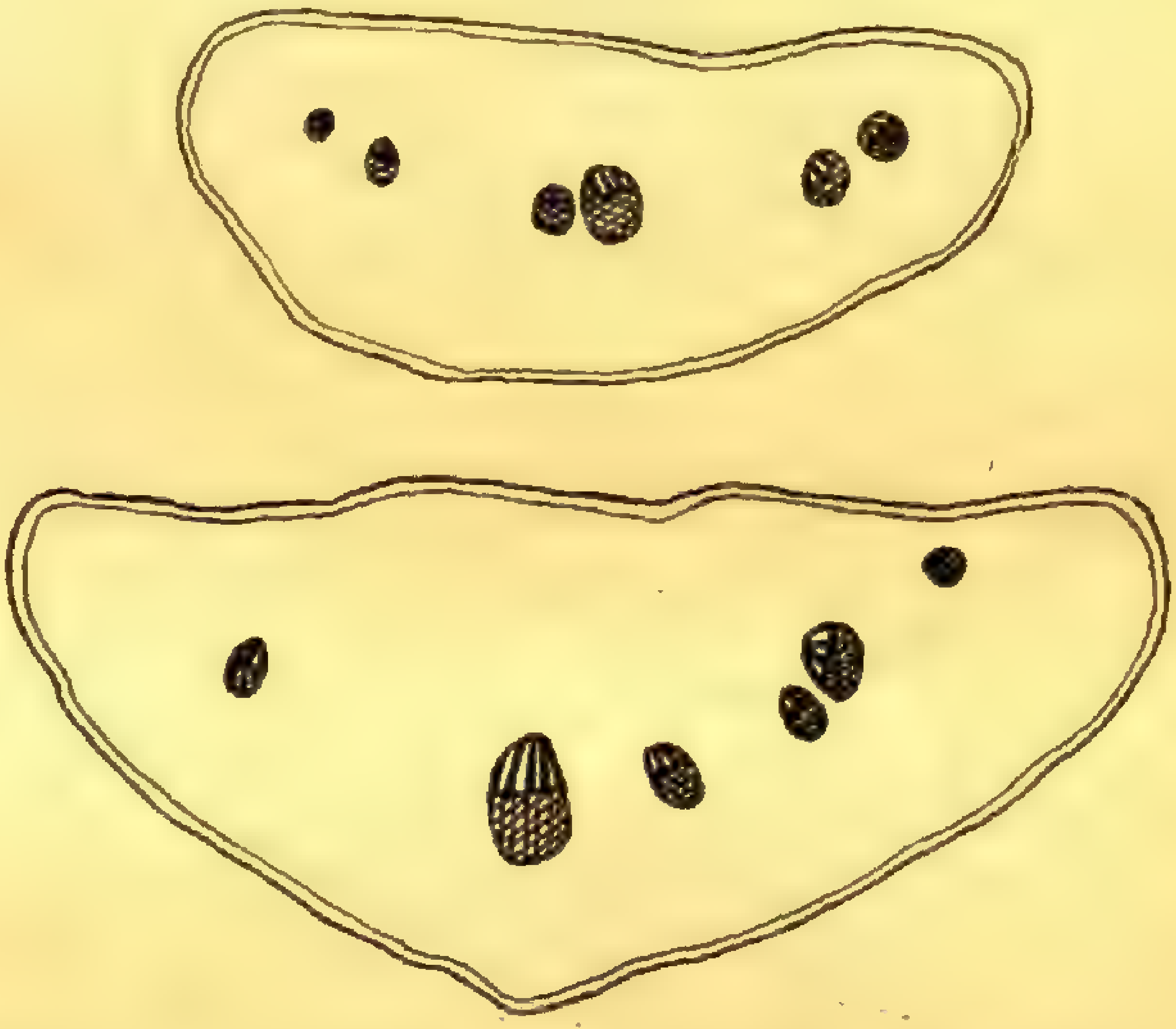


Fig. 5. — Schéma de la coupe du pétiole cotylédonaire vers le haut. En haut plantule normale; en bas, plantule monocotylée × 23.

Anatomiquement, le limbe du cotylédon ne présentait rien d'anormal et le pétiole cotylédonaire se rapprochait beaucoup d'un pétiole cotylédonaire normal, c'est-à-dire présentait une masse vasculaire centrale qui ne tardait pas à donner un faisceau latéral unique; cependant normalement la masse vasculaire centrale est formée, de 2 faisceaux, issus d'un seul venant de l'hypocotyle accolés l'un à l'autre tandis qu'ici les 2 faisceaux étaient presqu'opposés (fig. 4 et 6). La partie inférieure de l'hypocotyle était

---

(1) Loc. cit.

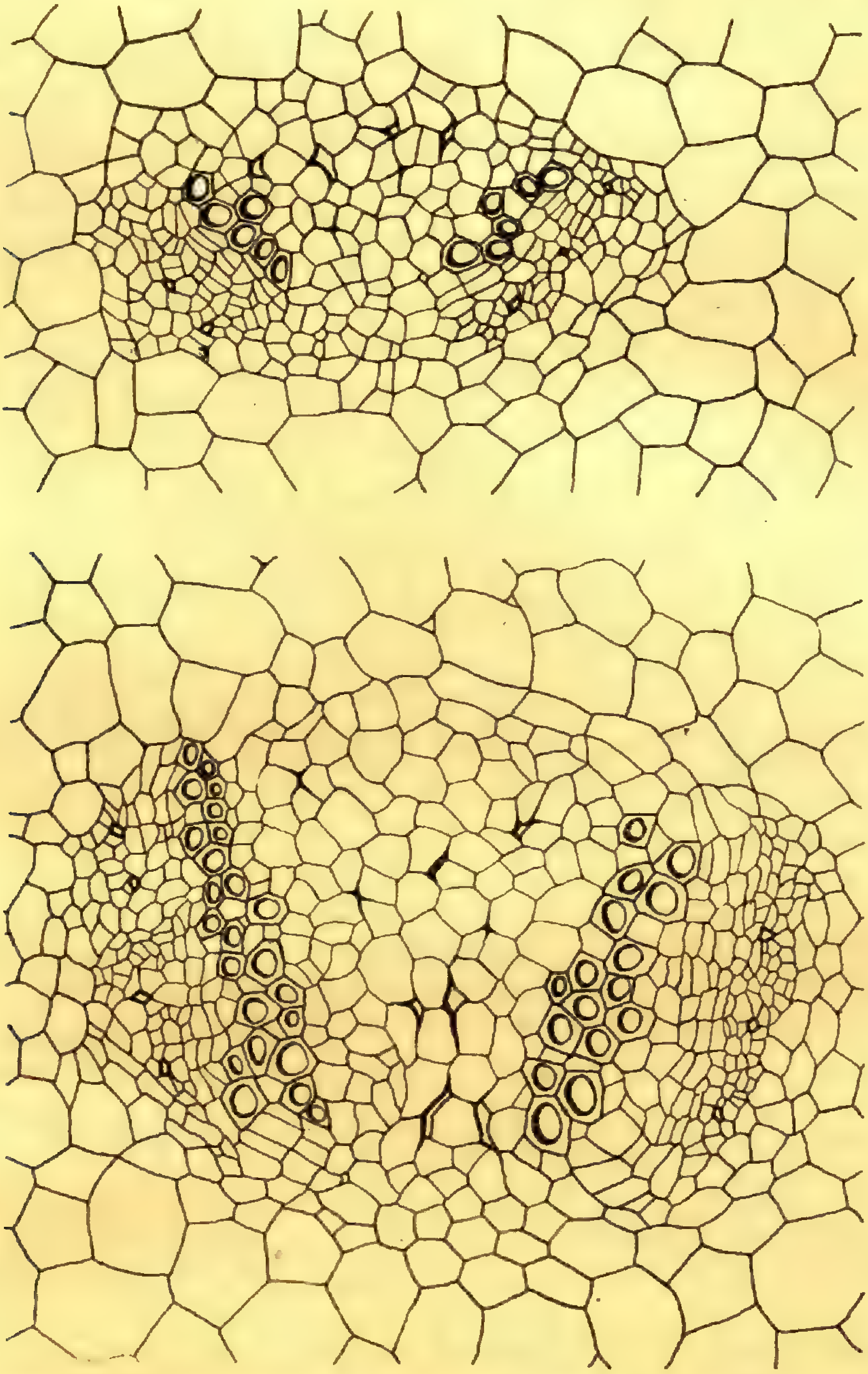


Fig. 6.— Coupes schématisées dans la fig. 4. En haut, plantule normale; en bas, plantule monocotylée × 230.

normale, c'est-à-dire présentait 2 cordons vasculaires situés à l'extrémité d'un diamètre, mais plus haut l'asymétrie se montrait de plus en plus (fig. 7 et 8), si bien qu'à la partie supérieure les

2 faisceaux se rapprochaient l'un de l'autre jusqu'à être presque contigus et à simuler un faisceau unique en arc de 3/4 de cercle. Ce sont ces deux faisceaux qui passaient dans le pétiole cotylédonaire donnant à celui-ci une coupe, non pas en demi-cercle comme c'est normal, mais en 2 demi-cercles soudés partiellement face à face. Des coupes successives dans le pétiole cotylédonaire montraient que petit à petit les 2 demi-cercles arrivaient à être soudés latéralement comme dans la syncotylie ordinaire : c'est à ce fait, ce me semble, qu'il faut attribuer la nutation très marquée du cotylédon, mais je ne vois pas ce qui peut amener la détorsion de ce dernier lorsqu'apparaissent les premières feuilles.

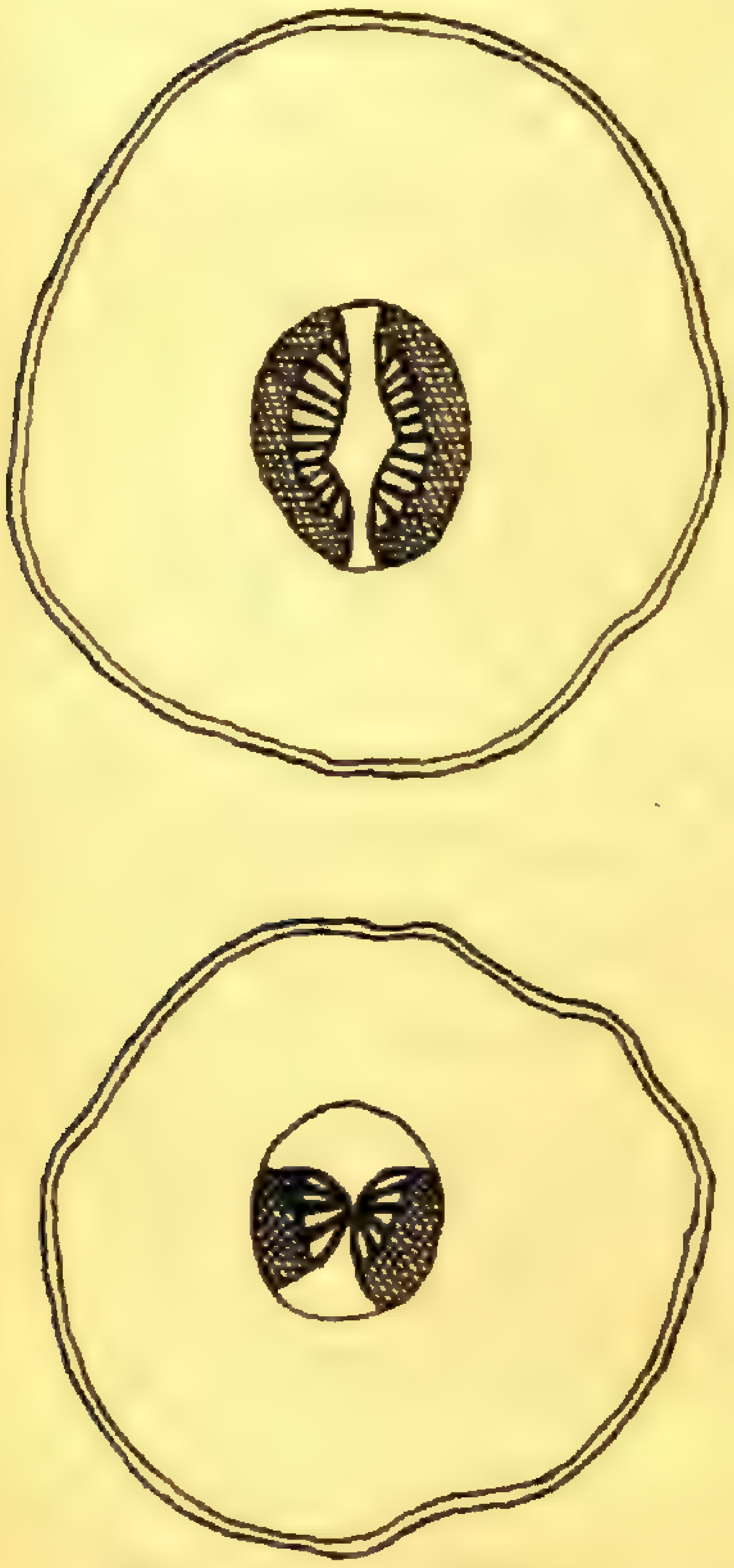


Fig. 7. — Schéma de la coupe de l'axe hypocotylé vers le milieu. En haut, plantule normale; en bas, plantule monocotylée × 23.

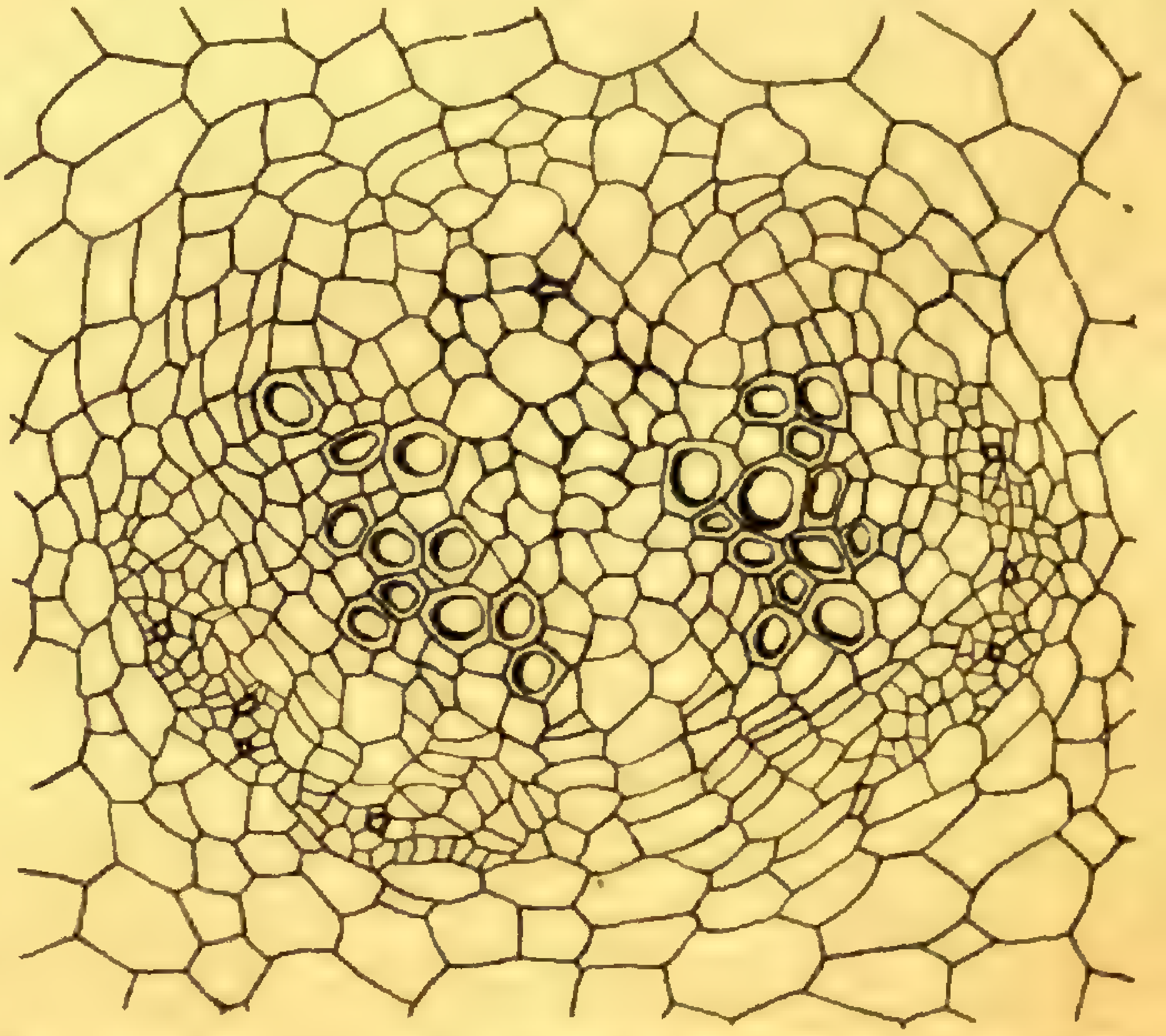


Fig. 8. — Coupe de l'axe hypocotylé de la plantul monocotylée × 230 (schématisée en bas dans la fig. 7).

Dans la plantule qui nous occupe, il n'y a donc pas de monocotylie proprement dite, puisque les 2 cordons vasculaires existant dans l'hypocotyle passent dans le cotylédon et qu'aucun d'eux n'avorte : il y a, au contraire, fusion totale des 2 cotylédons en un seul présentant exactement le même nombre de nervures qu'un cotylédon normal.

Ceux qui soutiennent que les monocotylédones descendent des dicotylédones par soudure des 2 cotylédons verront là sans doute un nouvel argument en leur faveur, d'autant plus qu'ici on ne peut objecter avec Velenowsky et Bischoff que l'un des deux cotylédons a avorté.

⁂

On a discuté longuement pour savoir si le second cotylédon des *Cyclamen* était transformé en première feuille où s'il était complètement avorté; mais, en dehors de ce cas controversé, on connaît de exemples de monocotylie certaine par disparition du second cotylédon. Miss Sargent (1) les a rappelés et pensait qu'ils suffisaient à expliquer la pseudo-monocotylie; on vient de voir qu'il n'en est rien pour le cas précédent, mais j'ai pu constater moi-même, la suppression d'un cotylédon chez un *Sempervivum holochrysum* que m'a obligeamment communiqué M. R. Hamet. Il n'y avait qu'un cotylédon de taille supérieure à la moyenne, mais ne présentant aucun faisceau supplémentaire, et sa nervation se réduisait au Φ caractéristique. Dans l'hypocotyle qui est extrêmement court, il y avait, comme d'ordinaire, 2 faisceaux libéro-ligneux situés sur un même diamètre et à aucun moment ceux-ci ne présentaient de rapprochement l'un vers l'autre. Au contraire, plus on s'élevait dans l'hypocotyle, moins le faisceau opposé au cotylédon était développé et tout au sommet il finissait par disparaître comme chez les Monocotylédones. On peut donc dire qu'il s'agit ici d'un vrai cas de monocotylie. Henslow pourrait y voir une preuve de la descendance des Monocotylédones, des Dicotylédones par suppression d'un cotylédon.

⁂

En résumé, la syncotylie peut avoir lieu entre cotylédon normal et cotylédon supplémentaire et entre les deux cotylédons normaux, dans ce cas, il peut y avoir soudure bord à bord d'un seul côté et l'on a un cotylédon double : cela arrive normalement chez quelques plantes, ou soudure des 2 côtés, et l'on a une ascidie. Quant à la monocotylie, elle peut avoir lieu par fusion de deux cotylédons ou par suppression de l'un des deux. Vouloir tirer de ces faits une conclusion pour la phylogénie me semblerait d'autant plus hasardé que chacun d'eux semble appuyer des théories inverses.

---

(1) Loc. cit.

SUR LES DIAPHRAGMES DES CANAUX AÉRIFÈRES DES PLANTES

Par **M. LE BLANC**

Les Phanérogames aquatiques présentent des tiges molles, peu lignifiées, des feuilles rubanées, minces; le tissu parenchymateux, réduit, présente de très nombreuses lacunes aérifères tout autour d'un cylindre central relativement peu développé; les fibres sclérifiées et les faisceaux libéro-ligneux sont peu nombreux. Malgré la réduction des appareils ordinaires de soutien, ces plantes peuvent se tenir dressées dans l'eau, grâce à la densité de l'eau et à l'existence de leurs lacunes; mais pour les parties non submergées, qui se dressent au-dessus de l'eau et sont très flexibles, les appareils de soutien sont remplacés par une cuticule ou une écorce épaisses et par de nombreux diaphragmes qui coupent les lacunes aérifères du tissu parenchymateux.

Voir quelle est la nature de ces diaphragmes, démontrer leur existence, déterminer leur rôle et leur mode de formation, tel est l'objet du présent travail.

Dans un mémoire paru en 1747, Guettard (1) écrit : « On rencontre des valvules ou diaphragmes dans plusieurs plantes aquatiques ». En 1837, Meyen note que : « Les diaphragmes des *Luzula*, Cypéracées, Graminées et de beaucoup d'autres familles supportent aussi des faisceaux fibro-vasculaires. Ce fait semblait tout d'abord particulier aux *Juncus* (2) ». Dans l'*Anatomie comparée des Végétaux*, paru en 1856-1862, Adolphe Chatin (3), en étudiant les plantes aquatiques monocotylédones, signale l'existence de diaphragmes chez diverses plantes appartenant aux familles des Hydrocharidées (*Hydrocharis Morsus-ranæ* L., *Stratiotes alismoides* L., *Hydrocharis Spongia* Bosc., *Stratiotes aloides* L., *Stratiotes acoroides* L. fils, *Vallisneria spiralis* L., *Elodea canadensis* L.-C. Rich.), des Alismacées (*Alisma Plantago* L., *A. natans* L., *A. ranunculoïdes* L., *Damasonium vulgare* Coss. et Germ., *Sagittaria sagittæfolia* L.), des Butomées (*Butomus umbellatus* L., *Butomopsis lanceolata* Kunth, *Limnocharis Humboldtii* Rich.), des Juncaginées (*Scheuchzeria palustris* L., *Lilæa subulata* Humb. et Bonpl.). Pour Chatin, les diaphragmes, lorsqu'ils existent, peuvent être horizontaux, ou obliques, ou en voûte (dans le cas de courtes lacunes alternant); le plus souvent, les larges lacunes possèdent des diaphragmes à méats intercellulaires; dans les racines, les lacunes sont plus petites que dans les autres parties des plantes, et les diaphragmes y sont rares, et plus rarement encore, ils présentent des méats. De plus, les cellules des diaphragmes peuvent être chargées de fécule comme toutes les cellules du parenchyme cortical.

---

(1) Guettard : *Observations sur les plantes*, II, p. 184.

(2) F.-J.-F. Meyen : *Ueber die grossen Luftbehaelter im Inneren der Pflanzen, in Neues Syst. der Pflanz.-Physiologie* (cité par Duval-Jouve), I, p. 294-317, 1837.

(3) G.-A. Chatin : *Anatomie comparée des Végétaux* Paris, 1856-1862, gr. in-8° (Plantes aquatiques monocotylédones, Fasc. 1 et 2, 94 p. av. pl.).

Duval-Jouve, sans mentionner le travail précédent, étudie en 1873, les « diaphragmes vasculifères des Monocotylédones aquatiques » chez les *Scirpus lacustris* L., *Luzula maxima* DC., *Cyperus fuscus* L., *C. serotinus* Rottb., *C. Papyrus* L., *Sagittaria lancifolia* L., *S. sagittæfolia* L., *Acorus Calamus* L., *Juncus lamprocarpus* Ehrh., et arrive à diverses conclusions relatives à la disposition des diaphragmes; il note leurs relations avec les réseaux vasculaires qui les accompagnent; il remarque la forme des cellules des diaphragmes, forme toujours différente de celle du tissu parenchymateux et assez rigoureusement déterminée sur une même espèce, mais variant à l'excès d'une espèce à l'autre; les cellules des diaphragmes laissent entre elles de larges méats, pour permettre le passage des gaz. Duval-Jouve remarque que dans un même genre, seules les espèces aquatiques présentent des diaphragmes, et il pense, d'après la théorie de Lamarck, qu'il cite, que les diaphragmes sont dus à l'action du milieu. Il attribue enfin, aux diaphragmes qui présentent des méats, un triple rôle : faciliter le passage des gaz, contribuer à la consolidation des organes qui les comprennent, et fournir des points d'appui aux faisceaux transversaux qui mettent en communication les faisceaux longitudinaux (1).

En 1890-91, C. Sauvageau (2) signale que dans les *Zostera, Cymodocea, Posidonia, Halodule, Phyllospadix, Potamogeton, Ruppia, Zannichellia, Thalassa, Enhalus*, les canaux aérifères du parenchyme sont cloisonnés transversalement par des diaphragmes perforés, d'une seule épaisseur de cellules, s'étendant sur presque toute la section du canal; ces cellules sont petites et laissent entre elles, aux angles, de petits méats triangulaires.

Dans l'ouvrage récent de Solereder (3), on trouve mentionnée l'existence de diaphragmes cellulaires chez les *Nymphea, Victoria* et *Euryale*, alors que le *Nuphar* en est dépourvu, ou plutôt présente de faux diaphragmes formés de cellules peu serrées.

J'ai examiné les diaphragmes dans la plupart des plantes citées plus haut (sauf dans les plantes marines étudiées par C. Sauvageau que je n'ai pu examiner), et en outre dans les *Hydrocleis Commersoni Pontederia cordata, Iris pseudacorus* L., *Juncus effusus* L., *Canna* sp. (?). D'une façon générale, lorsque les diaphragmes n'existent pas dans toutes les parties de la plante, on les trouve néanmoins dans les parties caduques qui obéissent aux mouvements du milieu extérieur (tiges feuillées, stolons, tiges florales); ils manquent ordinairement dans les divisions ultimes des organes et sont alors remplacés par un tissu compact, souvent chargé de matières de réserve, aux dépens duquel ils paraissent se former; les diaphragmes se présentent plus souvent et sont plus développés dans le parenchyme cortical que dans le parenchyme central.

Les cellules du tissu lacuneux sont ordinairement grosses; elles tendent à perdre la forme sphérique, et les espaces qu'elles laissent entre elles sont limités par des surfaces convexes vers l'intérieur de ces vides. Il en est tout autrement pour les cellules des diaphragmes; l'opposition apparaît très nettement si l'on observe le diaphragme en place, c'est-à-dire entouré du tissu qui borde la lacune. Les cellules du diaphragme sont généralement 3 à 4 fois plus petites que celles du tissu vacuolaire; elles sont polyédriques, étroitement appliquées les unes contre les autres; les méats qu'elles présentent entre elles, soit au point de rencontre de 3 cellules, soit au milieu de la paroi qui les unit deux à deux, se bombent à l'intérieur; en d'autres termes, ces méats sont limités par des surfaces concaves vers l'intérieur des vides qu'elles limitent, comme si une force extérieure aux cellules avait amené celles-ci à diminuer leur volume.

---

(1) Duval-Jouve : Diaphragmes vasculifères des Monocotylédones aquatiques. *(Mémoires de l'Acad. des Sc. et Let. de Montpellier*, t. VIII, 1873 p. 157-176, Pl. VIII).

(2) C. Sauvageau : Sur la structure des feuilles des plantes aquatiques. (*J. de Bot)*, 1890, pp. 41, 68, 321. *Annales des Sc. Nat*^{les}, T. 13, 7^{e} série, 1891.

(3) Solereder : *Anat. der Dicotyledonen*, T. I, p. 57.

Cette description, qui s'applique fort exactement à la généralité des plantes étudiées, doit subir quelques modifications pour certains types, tels que le *Stratioles aloides.* Dans cette plante, les diaphragmes ne se rencontrent que dans les tiges et les feuilles; mais ils présentent peu de méats. Les cellules des diaphragmes ont des parois assez épaisses, notamment vers le centre de la lacune; les méats qui les séparent sont semblables à ceux que l'on rencontre dans le tissu parenchymateux environnant. On peut remarquer en outre une particularité que nous verrons plus fréquente dans le *Pontederia cordata* : au-dessus ou au-dessous du plan du diaphragme, une cellule fait saillie, renfermant le plus souvent des produits d'excrétion.

Dans le *Sagittaria sagittæfolia* (planche 10, fig. 1), on observe les diaphragmes à la base des tiges florales ou tout le long des pétioles des feuilles; certains méats présentent une forme particulière : ils se produisent en un point de la paroi qui sépare deux cellules voisines; la membrane cellulaire s'enfonce dans chacune des cellules, perpendiculairement à leur paroi de contact, et de façon à dessiner parfois une sorte de 8 non fermé au milieu; on observe une figure semblable à celle que formerait un tube de caoutchouc, pincé le long de deux génératrices diamétralement opposées, par deux supports rigides peu distants, et à l'intérieur duquel on insuffle de l'air sous pression. Les méats les plus nombreux se forment au point de rencontre de trois cellules, par exemple; ils sont plus ou moins triangulaires, les sommets des triangles, un peu arrondis, pénétrant à l'intérieur des cellules.

Les mêmes remarques peuvent se faire dans les *Alisma natans* et *A. ranunculoides.* Les diaphragmes ne se rencontrent que dans les tiges et dans les feuilles, et les méats, nombreux pour chaque cellule, sont ici placés très souvent le long de la paroi qui sépare deux cellules.

Par contre, chez les *Hydrocleis Commersoni*, *Potamageton natans*, *Pontederia cordata*, etc., les méats sont toujours et sans exception aux sommets des cellules, aux points de rencontre de trois ou quatre cellules voisines. Ces méats sont d'abord de forme mal définie; à mesure qu'ils s'agrandissent, ils deviennent peu à peu triangulaires ou quadrangulaires et leurs sommets pénètrent de plus en plus à l'intérieur des cellules; ils affectent bientôt une régularité remarquable, surtout dans les parties âgées des tiges de *Potamogeton natans* (planche 10, fig. 2).

Les méats peuvent être obturés par des produits de désassimilation; l'observation des diaphragmes du canal central des tiges de *Pontederia cordata* est particulièrement typique à cet égard : on aperçoit parfois, occupant la place d'un méat, un grand cristal octaédrique d'oxalate de chaux orienté presque normalement au plan du diaphragme qui le coupe en son milieu (planche 10, fig. 4). En outre, certaines cellules des diaphragmes sont gonflées de produits huileux; d'autres remplies de raphides d'oxalate de chaux, jaillissent en dehors du plan du diaphragme. Autour de ces cellules gonflées de produits de désassimilation, les méats ont presque totalement disparu : ces cellules sont plus grandes que leurs voisines et elles ont dû, au cours de leur développement, faire régresser les méats qui tendaient à se former.

De quelle utilité peuvent être les diaphragmes ?

Duval-Jouve, nous l'avons vu, leur attribue un triple rôle : faciliter le passage des gaz, contribuer à la consolidation des organes qui les comprennent et fournir des points d'appui aux faisceaux transversaux qui mettent en communication les faisceaux longitudinaux. J'ai pu observer fréquemment l'exactitude de ce dernier point, notamment dans les *Pontederia cordata*, *Alisma natans*, *Stratiotes aloides*, *Iris pseudacorus*. Nous avons noté que les cellules des diaphragmes peuvent se remplir de produits de désassimilation, par exemple dans les *Pontederia cordata*, *Stratiotes aloides*. D'accord avec G.-A. Chatin, j'ai observé que fréquemment les cellules des diaphragmes jouent un rôle actif dans la nutrition de la plante : elles présentent des matières de réserve (amidon, etc.), des grains de chlorophylle (cas des *Pontederia cordata*, *Iris pseudacorus*, etc.). Les méats intercellulaires des diaphragmes facilitent la circulation des gaz à l'intérieur des lacunes. L'utilité des diaphragmes pour consolider les parties de la plante où le système fibro-vasculaire est fort réduit, ou même absent, est évidente; elle est renforcée par cette remarque que nous avons déjà faite, à savoir que les diaphragmes sont peu nombreux dans les lacunes des racines, des rhizomes et des tiges ligneuses.

L'existence des diaphragmes est-elle due à l'action du milieu sur la plante, comme l'affirmait Duval-Jouve ? Il m'est assez difficile de me prononcer en l'état actuel de mes recherches; il est nécessaire pour élucider ce point, d'entreprendre un certain nombre d'expériences fort délicates et surtout de longue haleine. Cependant j'ai eu l'occasion d'étudier un assez grand nombre de plantes aquatiques, afin de rechercher ces diaphragmes; et pour certaines comme les *Lythrum Salicaria* L., *Mentha aquatica* L., *Polygonum amphibium* L., *Ranunculus Flammula* L., etc., ce fut toujours en vain : ou ces plantes présentaient une grande lacune centrale, ou leur partie médullaire était formée par un tissu lâche de cellules sphériques; mais jamais je n'ai pu noter chez elles l'existence de diaphragmes, ou de tissu médullaire formé par des cellules étoilées avec des méats polygonaux réguliers.

Le *Juncus effusus* L. présente une particularité singulière : le tissu médullaire compact offre deux formes de cellules (planche 10, fig. 5). Au centre d'une coupe transversale de tige, on voit comme on sait, des cellules étoilées avec de grands méats triangulaires; les parois de ces cellules sont relativement épaisses. Sur le bord, en contact avec la zone périmédullaire, le tissu médullaire est formé de cellules sphériques, ne laissant entre elles aucun vide régulier; les parois de ces cellules sont peu épaisses. Entre ces deux sortes de cellules, il y a des formes de passage qui conduisent progressivement de l'une à l'autre. Les cellules centrales ressemblent étrangement à celles que l'on observe dans les diaphragmes d'*Iris pseudacorus*, *Hydrocleis Commersoni*, etc.; les cellules périphériques sont analogues à celles du tissu médullaire des tiges de *Sambucus nigra* L., par exemple. Le *Juncus effusus* présente cette disposition, quel que soit l'endroit où on le récolte, même dans des localités relativement très sèches.

En résumé, seules les plantes Monocotylédones ou celles qui en sont très voisines (comme les *Nymphæa*) présentent des cellules plus ou moins étoilées avec des méats réguliers, alors que les plantes aquatiques Dicotylédones en sont totalement dépourvues. La forme de ces cellules ne semble donc pas être due uniquement à une action de milieu, comme le pensait Duval-Jouve. Tout ce qui nous est possible de dire actuellement, c'est que ces tissus se présentent comme un caractère des Monocotylédones qui possèdent des canaux aérifères ou du tissu médullaire compact, et un système libéro-ligneux réduit. De plus, les plantes Dicotylédones qui ont ces derniers caractères ne présentent pas de diaphragmes.

L'apparition des méats peut être due à l'action des gaz circulant à l'intérieur de la plante; aussi bien peut-on renverser les termes de cette proposition et dire que la présence des méats facilite la circulation des gaz. L'étude des extrémités de *Juncus effusus* permettra peut-être de décider entre ces deux théories.

L'extrémité d'une tige de *Juncus effusus* est de couleur jaune-brun qui tranche nettement sur la partie verte du reste de la tige; elle est sclérifiée extérieurement. Une coupe faite à la base de la partie jaunâtre présente l'aspect que nous avons décrit; au-dessous de ce niveau, les coupes présentent un tissu médullaire compact qui disparaît peu à peu à mesure que l'on descend le long de la tige; au-dessus, ce tissu médullaire augmente en approchant de l'extrémité; bientôt les cellules étoilées, de moins en moins nombreuses au centre de la tige, disparaissent complètement. A ce niveau, la tige de Jonc, très amincie, présente un épiderme fortement sclérifié; les cellules ne semblent plus contribuer à la vie de la plante; elles paraissent mortes. Au-dessous de ce niveau, les échanges gazeux se faisaient entre les cellules épidermiques et l'extérieur comme entre les cellules centrales et les gaz intérieurs; au-dessus il n'y a plus d'échanges gazeux, car cette partie est mortifiée.

Comment se forment les diaphragmes ? D'où vient qu'ils sont constitués par des cellules étoilées laissant entre elles des méats triangulaires.

C. Sauvageau (*op. cit.*) a décrit avec beaucoup de précision la production des diaphragmes à partir d'un tissu continu de cellules non différenciées, et l'agrandissement de ces diaphragmes par une production cellulaire intercalaire. Mangin (1) s'est occupé incidemment de la question. L'étude des coupes tangentielles d'extrémités de feuilles de *Pontederia cordata* m'a permis de vérifier et de compléter leurs observations.

---

(1) L. Mangin : Sur les composés pectiques. *(Journal de Botanique,* T. VII 1893, p. 329 et suivantes).

Le tissu parenchymateux est d'abord constitué par des cellules indifférenciées et qui se multiplient par voie de divisions successives; puis leur nombre reste fixe; mais l'accroissement intercalaire de l'organe provoque la séparation des différents plans de cellules; seules celles qui devront border les lacunes restent en contact et grandissent avec les autres parties de l'organe, dans le sens de l'allongement. Au passage d'un vaisseau transversal reliant deux vaisseaux longitudinaux, on observe fréquemment la superposition de plusieurs assises de cellules, ce qui constitue un support plus solide; j'ai noté cette disposition chez le *Pontederia cordata* (planche 10, fig. 6), *Iris pseudacorus*, etc.

Quel est le mécanisme de ce décollement des cellules et de la formation des méats ? Mangin a montré l'existence entre deux cellules voisines d'une lame mitoyenne de pectate de chaux; et le décollement des cellules est, selon lui, dû à la gélification partielle de ce pectate, et à l'action de la pression à l'intérieur des cellules. Mais cette pression qui tendrait à donner à chaque cellule, si elle était isolée, la forme sphérique est insuffisante pour expliquer la pénétration des méats.

L'étude du tissu médullaire du *Juncus effusus* nous conduit à la conception suivante : pendant le cloisonnement et après qu'il a cessé, les cellules grandissent et ont une forme polyédrique; pendant un certain temps, l'accroissement de capacité cellulaire et l'augmentation du contenu se font équilibre et il ne peut se produire aucune déformation; puis, dès que cet équilibre est rompu en faveur des apports de matière, les cellules tendent à prendre la forme sphérique, correspondant au volume maximum pour la même surface; le pectate se gélatinise et les membranes se décollent. Mais les choses n'en restent pas à ce point : les gaz intérieurs à la plante commencent à circuler à travers les méats ainsi formés; les cellules, jeunes encore, sont surtout gonflées d'eau et si le gaz qui circule a une teneur en eau inférieure à celle du contenu cellulaire, il y aura évaporation, départ d'eau de la cellule vers l'extérieur. Le suc cellulaire se condensera : on verra se former dans le protoplasma des matières de réserve, des grains de chlorophylle; le volume de la cellule diminuera et la membrane déjà décollée, et encore élastique, sera sollicitée vers l'intérieur.

Mais l'organe continue à grandir et la surface du diaphragme augmente; lorsque la limite d'accroissement est atteinte, le diaphragme est tendu dans tous les sens par les cellules qui bordent la lacune; chaque cellule du diaphragme ainsi tiraillée par ses voisines s'en détache un peu plus, et les méats s'agrandissent : ils sont plus grands au centre du diaphragme, là où l'effort de tension est maximum et la circulation des gaz la plus active.

Pour donner plus de valeur à cette hypothèse, il faudrait entreprendre des mesures comparées de la teneur en eau du suc cellulaire et des gaz intérieurs; il faudrait essayer de mesurer la force qui, sur le vivant, tend les diaphragmes, à la façon d'une peau de tambour. Une expérience fort simple permet de montrer l'existence de cette force : on crève à l'aide d'une aiguille très fine, une cellule dans un diaphragme, sur le vivant (par exemple dans la lacune centrale d'une tige de *Pontederia cordata*); cette cellule crevée était étoilée, comme toutes ses voisines; si l'on observe le diaphragme après cette opération, on constate que le vide formé est circulaire; les méats qui entouraient la cellule ont presque disparu; les prolongements de ses voisines se sont rétractés; le vide est plus grand que la cellule perforée. Celle-ci exerçait donc sur ses voisines une force de tension que sa disparition fait cesser.

Mais ces expériences sont insuffisantes pour nous permettre de vérifier de façon absolue l'hypothèse énoncée plus haut. Des recherches ultérieures nous mettront mieux à même de la discuter et de la compléter.

CONCLUSIONS

De l'exposé qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Un très grand nombre de plantes aquatiques présentent des diaphragmes, surtout dans les parties caduques de ces plantes qui obéissent aux mouvements du milieu extérieur. Ces diaphragmes jouent dans les organes le rôle d'appareil de soutien, les appareils ordinaires (fibro-ligneux) étant très réduits.

2° Ces diaphragmes sont constitués par des cellules petites, présentant entre elles de nombreux méats polyédriques, et qui pénètrent à l'intérieur des cellules.

3° Ces diaphragmes présentent souvent des matières de réserve (amidon, etc.), de la chlorophylle, des produits de désassimilation (huiles, résines, sels de chaux, etc.).

4° Les diaphragmes avec leurs méats facilitent le passage des gaz et servent de support pour les vaisseaux transversaux.

5° Leur existence ne semble pas due uniquement à une action du milieu aquatique; car on ne les rencontre que chez diverses Monocotylédones et chez les Nymphéacées.

6° Les diaphragmes et les méats se forment par décollement partiel des membranes, gonflement, puis diminution du contenu cellulaire, et sous l'action de forces qui tendent les diaphragmes.

Ce travail a été fait aux Laboratoires de la Sorbonne et de l'Ecole Normale supérieure, sous la direction de MM. Gaston Bonnier et Matruchot; je les prie de bien vouloir agréer l'expression de ma profonde reconnaissance pour les conseils et les encouragements qu'ils m'ont prodigués. Je remercie aussi très sincèrement mes camarades P. Desroche et J. Tournois des bienveillantes remarques qu'ils m'ont faites au cours de mes recherches.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE 10

Fig. 1. — *Sagittaria Sagittæfolia*. — Coupe transversale d'un pétiole.

Fig. 2. — *Potamogeton natans*. — Coupe transversale d'une tige.

Fig. 3. — *Pontederia cordata*. — Coupe transversale d'un pétiole. — Lacune périphérique.

Fig. 4. — *Pontederia cordata.* — Coupe transversale d'une tige. — Lacune centrale : détails de diaphrames.

Fig. 5. — *Juncus effusus.* — Coupe transversale d'une tige.

Fig. 6. — *Pontederia cordata.* — Coupe tangentielle d'une feuille, montrant la formation des diaphragmes.

Ca. o. — Cristal octaédrique d'oxalate de chaux.
Ca. r. — Raphides d'oxalate de chaux.
C. l. — Cellules bordant les lacunes.
D. — Diaphragme.
D_1. — Diaphragme en voie de formation.
F. l. b. — Faisceaux libéro-ligneux.
G. h. — Gouttelette huileuse.
L. — Lacune.
m. — Méats.
T. m. c. — Tissu médullaire compact.
T. m. e. — Tissu médullaire étoilé.
T. p. — Tissu parenchymateux.
T. v. — Tissu vacuolaire.
V. l. — Vaisseau longitudinal.
V. t. — Vaisseau transversal.

RECHERCHES

SUR LA

DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE DANS LES PLANTES

par MM. W. LOUGUININE et G. DUPONT

A la suite des travaux de l'un de nous (1) sur la température des arbres, nous fûmes amenés, par la considération des grosses différences existant entre les températures des divers points d'une même plante, à étudier tout spécialement cette distribution.

De très nombreux mémoires ont été publiés sur la température des plantes, mais la plupart ont pour but de mettre en évidence la chaleur vitale de la plante et nous ne croyons point que le problème de la distribution de la température ait été abordé d'une façon méthodique. Cette étude nous a paru présenter un assez gros intérêt par l'espoir que l'on pouvait avoir de trouver dans l'allure générale des courbes de distribution, les manifestations palpables des différents phénomènes vitaux. On verra par la suite que cet espoir n'a point été complètement déçu.

Ce travail a été effectué à Bex (Suisse), dans les propriétés de M. Louguinine, pendant les étés 1910 et 1911. La mort est venue frapper ce savant au terme des recherches résumées dans ce mémoire qui sera son dernier. Qu'il soit permis, à son modeste collaborateur, d'exprimer ici son admiration et son ardente sympathie pour l'homme dont la vie fut un long sacerdoce de science et de bonté.

---

(1) W. Louguinine. Sur la marche comparative des températures dans le bouleau, le sapin et le pin (*Archives des sciences physiques et naturelles* (4), tome 1, page 9, 1896).

§ I. — Les phénomènes en jeu

Dans l'étude qui va suivre, nous avons systématiquement repoussé le cas des arbres et des gros organes des plantes. D'une part, cette étude a été déjà abordée plusieurs fois, et, d'autre part, les parties volumineuses des plantes présentent l'inconvénient de ne se mettre que très lentement en équilibre de température avec l'extérieur. Les phénomènes de conductibilité thermique viennent donc embrouiller considérablement les effets que nous nous proposons d'étudier. Nous nous sommes, par suite, limités aux petites plantes : tiges de diamètre inférieur au centimètre, feuilles, fleurs.

Dans ces conditions, la température de la plante prend, très rapidement, sa valeur d'équilibre avec l'extérieur. Par un exemple on se rendra compte de cette vitesse d'équilibre; dans une expérience nous avons porté un bégonia de l'ombre au soleil; la température d'un point de la feuille a mis dans ces conditions moins de 2 minutes pour se fixer à 11° au-dessus de la température de départ. On conçoit donc que, pour des variations lentes, la température d'équilibre soit atteinte à chaque instant.

Dans ces conditions, les causes agissant sur la température de la plante peuvent se classer en deux groupes :

1° Des causes d'ordre physique, qui sont : la circulation de la sève, l'évaporation par les surfaces, les radiations reçues;

2° Des causes d'ordre chimique qui sont, la respiration, l'assimilation, etc. La chaleur découlant de ces dernières causes constitue ce que l'on appelle la *chaleur végétale.*

On pourra éliminer en majeure partie les causes physiques, en plaçant la plante dans l'obscurité et dans une atmosphère saturée d'eau. En faisant ensuite décroître la tension de vapeur d'eau et croître l'éclairement, on pourra se rendre compte de l'influence des causes physiques.

§ II. — Dispositif expérimental

La plante était disposée dans une cage vitrée lorsque l'on opérait au soleil, et, lorsque l'on opérait à l'ombre, dans une petite armoire vitrée à l'intérieur d'une salle à température suffisamment constante. La plante était ainsi à l'abri des courants d'air, et l'on pouvait établir, autour d'elle, une tension de vapeur d'eau voulue par un courant d'air circulant, au préalable, dans des solutions d'acide sulfurique de concentrations variables. L'état hygrométrique était donné par un hygromètre à cheveu disposé assez loin de la plante.

Les températures aux différents points de la plante étaient données par de petites pinces thermo-électriques. Nous effectuions un ensemble de mesures par 2 méthodes.

La 1re consiste, l'une des pinces servant de comparaison, à promener l'autre aux différents points de la plante. Cette méthode a de gros inconvénients : l'introduction de la pince produit en effet dans la plante une perturbation assez forte et persistante : la température met parfois plus d'un quart d'heure à se stabiliser. Les expériences durent donc longtemps et les conditions extérieures ont le temps de changer notablement.

La 2e méthode consiste à avoir toute une série de pinces, aussi identiques que possible, disposées aux différents points de la plante. Les couples étant, par exemple, en *constantan-cuivre* (1), tous les pôles constantan seront réunis entre eux et au pôle constantan de la pince de comparaison C. Tous les pôles cuivre seront, d'autre part, en communication avec de petites bornes (0. 1. 2... fig. 1) bien isolées, à l'extérieur de la vitrine. La pince de comparaison C était en général enfoncée dans un très petit bouchon de liège attaché, lui-même, au réservoir d'un thermomètre T gradué en dixièmes de degré : il définissait la température ambiante. La borne O relative à cette pince de comparaison étant mise en relation avec l'appareil de mesure, il suffisait de fermer successivement le circuit sur les autres bornes pour mettre en service les pinces correspondantes.

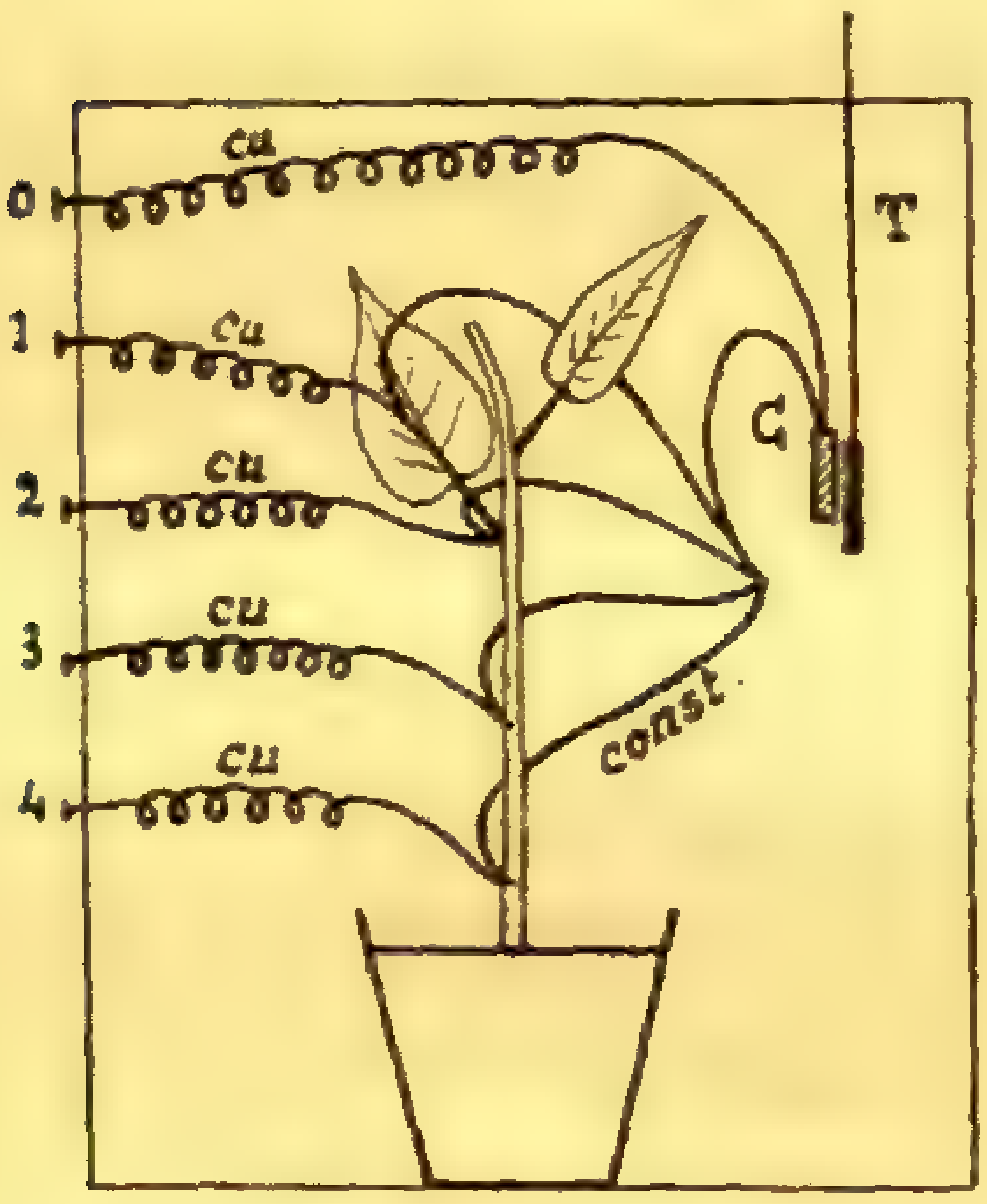


Fig. 1.

Il suffira ainsi d'un temps très court pour comparer à la température ambiante, celle de points aussi nombreux que l'on voudra (1, 2, 3....) de la plante.

---

(1) Le *constantan* est un alliage de cuivre et de nickel, utilisé dans les résistances électriques.

Appareils de mesure. — L'emploi, principalement, de la deuxième méthode, fait rejeter complètement la mesure directe du courant thermo-électrique; les résistances des diverses pinces sont en effet assez différentes et assez mal définies; il devient donc nécessaire d'utiliser un système de compensation. Le dispositif que nous avons adopté est celui du compensateur de Lindeck.

En principe ce dispositif comporte un premier circuit (I) comprenant les pinces thermo-électriques B (fig. 2) un galvanomètre à cadre mobile G (devant servir d'appareil de O) et une résistance fixe R. Cette résistance fait en outre partie d'un 2e circuit (II) contenant un ampéremètre A, un rhéostat H et une pile P. Si l'on porte les pinces à des températures T et T' à comparer, un courant thermo-électrique tend à s'établir dans le circuit I et a pour effet de dévier l'aiguille du galvanomètre. Mais on pourra la ramener au O en établissant, aux 2 extrémités de la résistance R, par un courant convenable dans le circuit II, une différence de potentiel égale et de sens contraire à la force thermo-électrique. La simple lecture, sur l'ampéremètre A de ce courant compensateur mesure la force thermo-électrique, c'est-à-dire (ceci est pratiquement exact pour de faibles différences de température et les couples employés) la différence de température T-T' des pinces.

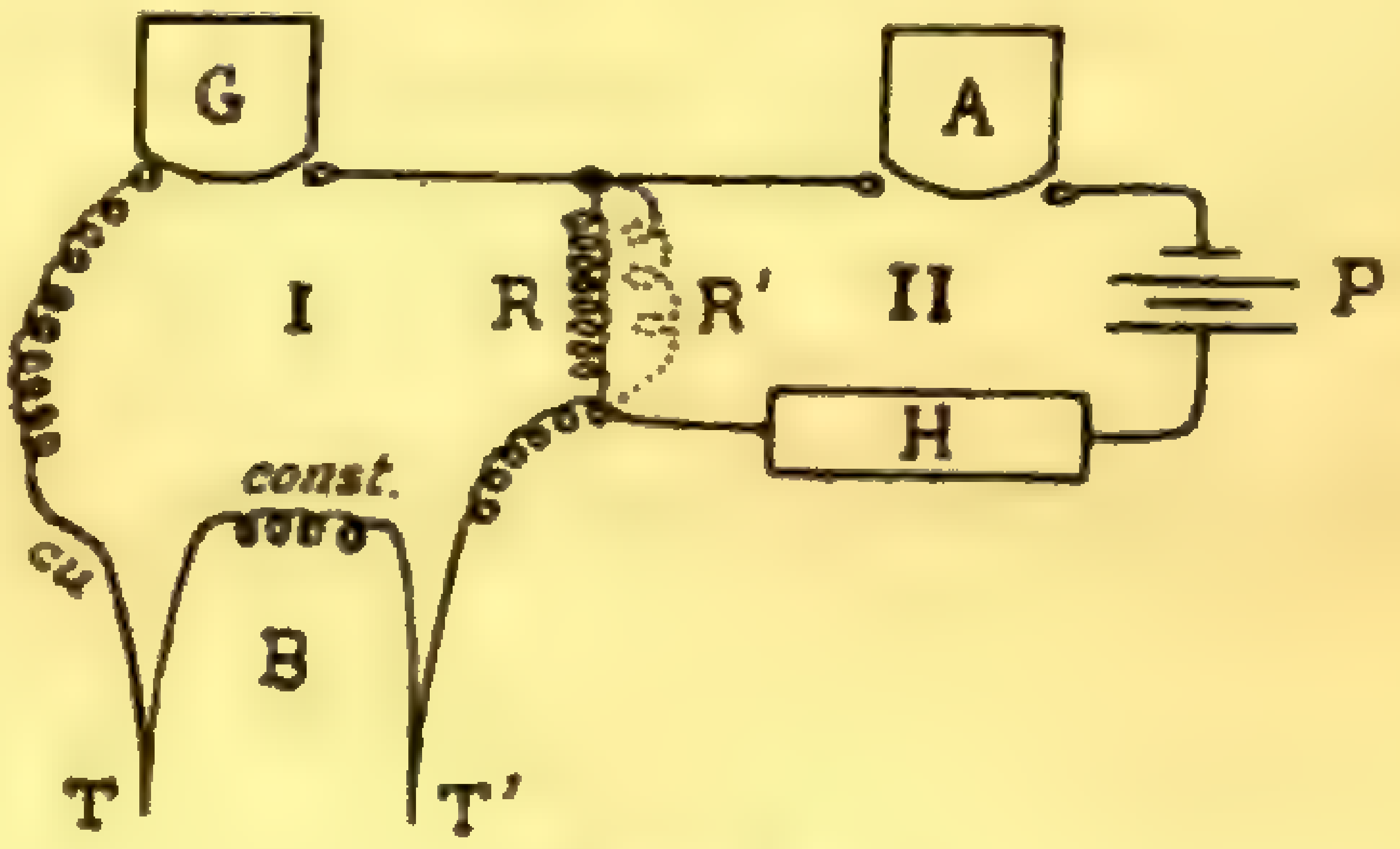


Fig. 2

L'appareil que nous avions à notre disposition et qui venait de la maison Siemens et Halske, possédait primitivement une sensibilité trop faible : une division de l'ampéremètre par degré pour le couple constantan-cuivre. La construction de l'appareil s'est trouvée toutefois suffisamment parfaite pour permettre de multiplier cette sensibilité par 50 environ. Dans ce but, nous avons triplé la longueur du fil de suspension du galvanomètre et disposé pour l'observation de l'aiguille un microscope micrométrique analogue à ceux qui existent sur les balances du type Curie; ce galvanomètre avait ainsi conservé toute sa robustesse et restait très transportable. Pour accroître parallèlement la sensibilité de l'ampéremètre A, il nous a suffi de shunter convenablement la résistance R par une résistance R' 49 fois plus faible environ : le courant traversant l'ampéremètre est alors 50 fois supérieur à celui qui traverse la résistance R.

Les couples thermo-électriques. — Pour atteindre la précision que nous désirions, nous avons rapidement rejeté les aiguilles thermo-électriques biologiques *acier-maillechort* à cause de l'impossibilité, où nous avons été, de nous procurer des fils de jonctions physiquement identiques aux pinces, et aussi, à cause des couples secondaires produits aux pôles en cuivre de notre appareil de mesure par le contact des pôles maillechort des pinces. Nous avons utilisé des couples *acier-cuivre* et surtout des couples *constantan-cuivre* beaucoup plus sensibles.

Nos pinces étaient de 2 dimensions : pour les parties minces ou tendres de la plante (feuilles, fleurs, rameaux verts) elles étaient constituées par des fils de 1/10 de millimètre environ des deux métaux, soudés entre-eux à leur extrémité et formant une pointe suffisamment aiguë. Pour les parties plus épaisses ou ligneuses, nous employions des fils d'acier de 0 mm. 5, s'il s'agissait des couples acier-cuivre, ou bien nous supportions les pinces constantan-cuivre précédentes par une très fine aiguille d'acier soudée à leur extrémité. Dans tous les cas, les pinces étaient soigneusement isolées par un vernissage à la gomme-laque, et les pôles acier ou constantan étaient réunis entre eux par des morceaux du fil même qui avait servi à les construire tandis que les pôles cuivre étaient réunis, également par un morceau du même fil, aux bornes en cuivre de l'appareil de mesure.

Les aiguilles ainsi construites étaient choisies de façon à être aussi identiques que possible entre elles ; un choix assez sévère s'imposait, surtout lorsque un certain nombre d'entre elles devaient être utilisées simultanément. Ces dernières mesures étaient faites avec des pinces cuivre-constantan ; le même fil de constantan nous servant pour toutes nos expériences, nous avons pu aisément réaliser une vingtaine de pinces assez comparables entre elles pour rendre inutile un étalonnage particulier de chacune d'elle.

La sensibilité obtenue avec de tels appareils était plus que suffisante pour nos expériences : pour le couple constantan-cuivre, chaque division de l'ampéremètre correspondant à 0°03 et l'on pouvait apprécier aisément le 1/10 de division, en sorte que l'appareil était sensible à une différence de température de 0°003 entre les 2 pinces. Pour éliminer l'action des couples secondaires provenant de l'hétérogénéité du circuit de l'appareil lui-même, un dispositif permettait d'intervertir l'action des 2 pinces, une moyenne de 2 lectures éliminait les causes d'erreur.

Pour faire une expérience, la plante étant disposée comme il a été dit, on plaçait dans le voisinage et à l'ombre, l'appareil de mesure sur un mur ou une très lourde table. Le galvanomètre étant alors réglé de manière à marquer 0 en circuit ouvert, on établissait convenablement les connexions avec les pinces à comparer. On envoyait alors dans le circuit II, un courant que l'on réglait, à l'aide du rhéostat H, de façon que l'aiguille du galvanomètre revienne à sa position d'équilibre. Intervertissant alors l'action des 2 pinces, on corrigeait à nouveau la déviation de l'aiguille. La moyenne entre les 2 lectures faites donnait la valeur du courant nécessaire pour compenser la force thermoélectrique des 2 pinces.

§ III. — **Résultats expérimentaux**

Dans les figures réunies à la fin de ce mémoire nous avons rapporté les principaux résultats acquis, sous forme de courbes de distribution. Nous avons porté en abcisse les longueurs prises sur la plante, et en ordonnée les différences de température, la plupart du temps les différences avec la température extérieure. Les résultats qui suivront sont extraits de plus d'une centaine de courbes de distribution présentant, la plupart, une dizaine de déterminations de température. Les phénomènes signalés se sont présentés avec une régularité qui donne le plus grand espoir en leur généralité. Nous avons porté en général en regard de la courbe, l'état hygrométrique.

A) PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX DE DISTRIBUTION DE TEMPÉRATURE. — Nous allons indiquer d'abord les phénomènes généraux observés dans les diverses parties de la plante.

1° *La tige.* — Sur la fig. 1, qui représente la courbe de distribution de la température dans la tige d'un lis, on trouve le type général de la distribution dans les tiges : 1° une partie A B montant rapidement, montre que la température s'élève rapidement en partant du sol. Ce fait s'explique aisément par l'ascension de la sève provenant du sol, toujours plus froid à sa surface humide que la plante, par suite de l'évaporation rapide sur cette surface. Cette portion ascendante sera d'autant plus importante que la sève s'élèvera plus vite et que l'évaporation sera plus intense.

2° Au-delà de la portion A B on trouve un palier B C, dans lequel la température a atteint un état d'équilibre. Cette fraction de courbe est encore légèrement ascendante, surtout dans les parties supérieures, plus vertes, de la plante. Ce fait se voit plus nettement dans la fraction *bc* de la courbe de la fig. 2, qui se rapporte au cas du *Stephanotis floribunda* (plante grimpante de la famille des Asclépiadées) en pleine floraison. On pourrait s'attendre, au contraire, à voir diminuer la température dans ces parties plus minces et par suite plus atteintes par le refroidissement dû à la transpiration. Mais le résultat trouvé ici est d'accord avec le fait signalé par Dutrochet (1) à savoir que la « chaleur vitale » de la plante est d'autant plus forte que l'on se rapproche des extrémités vertes. Toutefois, dans certains cas, cette chaleur vitale peut être masquée par le refroidissement dû à la transpiration : c'est ce qui arrive quand, à l'extrémité des rameaux, il y a accumulation de pédoncules de feuilles (c'est le cas du *Pelargonium* de la fig. 14). Cette même cause produit, dans la tige, des minimas à la naissance des pédoncules : la courbe 1 de la fig. 3 montre très nettement ce phénomène dans le cas d'un Pourpier. Enfin, dans le cas des plantes à grandes feuilles et à tige courte (certains Bégonias, par exemple), les phénomènes précédents peuvent se superposer dans diverses parties de la tige et donner à la courbe un aspect plus compliqué.

2° *La feuille.* — Dans le cas des feuilles possédant un pétiole, les courbes de distribution peuvent se ramener à 2 types : le premier, celui de la feuille de *Begonia rex* (fig. 5), est relatif au cas des feuilles à nervation palmée : on a un minimum très net au sommet du pétiole et la température remonte brusquement dans la nervure centrale pour rebaisser ensuite vers son extrémité. Dans le limbe, la température est d'autant plus basse que l'on s'éloigne plus de la nervure centrale. Le 2e type est relatif aux feuilles à nervation pennée; le cas de la feuille de *Stephanotis floribunda* de la fig. 4 est un très bel exemple : on trouve encore un minimum au sommet du pétiole, mais la courbe se relève beaucoup plus lentement dans la nervure centrale. La température s'abaisse, comme dans le cas précédent, à mesure que l'on s'éloigne de cette nervure centrale, et elle est sensiblement constante sur le pourtour de la feuille (courbe 2 et 3 de la fig. 4).

---

(1) *Annales des Sc. natur.*, 1840, II série, vol. 13, page 1.

Ces minimas au sommet du pétiole se retrouvent toujours, plus ou moins accentués suivant les cas où se superposant à d'autres phénomènes, comme dans le cas du *Begonia rex* de la fig. 6 où l'ascension de la sève vient transformer ce minimum en une dépression de la courbe.

On doit chercher l'explication de ces faits dans la circulation de la sève; les tissus vers le haut du pétiole doivent se trouver refroidis par la sève élaborée issue de la feuille. Dans la feuille palmée, cette sève élaborée afflue au sommet du pétiole par toutes les nervures convergentes. Elle est d'autant plus froide que la nervure est plus fine et participe davantage du refroidissement des cellules voisines : on conçoit ainsi pourquoi la nervure centrale a une température plus élevée que le reste de la feuille et qui s'abaisse vers son extrémité. On s'explique aussi ce minimum partiel de température que l'on trouve au point *g* de la nervure centrale de la feuille de *Begonia* représentée par la figure 6. En ce point, en effet, conflue avec la nervure principale une nervure secondaire ramenant de la sève élaborée plus froide. Dans la feuille pennée, on conçoit aussi pourquoi le minimum est moins net que dans la feuille palmée : les nervures secondaires sont en effet distribuées tout le long de la nervure centrale, et tendent à créer en chacun de ces points des minimas relatifs.

Dans le cas de feuilles sans pétiole, nous avons étudié l'Iris, le Glaïeul, le Cypripédium, la Tubéreuse. Dans ces feuilles, la courbe de température a la même allure que dans la tige, mais s'abaisse notablement dans les parties minces de la feuille. Tel est le cas de l'Iris représenté sur la fig. 7 : on retrouve encore l'ascension brusque *a c* de la courbe à partir du sol, puis le palier *c g*, ici légèrement descendant vers l'extrémité. L'*Araucaria* (fig. 9) nous a donné des courbes analogues.

Dans le cas du Glaïeul, nous avons pu étudier la température simultanément suivant l'axe du faisceau de feuilles et suivant la périphérie. En examinant les courbes 1 et 2 de la fig. 8, on voit, qu'à partir du sommet de l'oignon, la température suivant l'axe est inférieure à la température superficielle, ce qui montre bien l'action refroidissante de la sève montante. Au centre de l'oignon, au contraire, la température est légèrement supérieure à la température superficielle, fait qui paraît devoir s'expliquer par les réactions chimiques de la vie du bulbe.

Dans le cas d'organes plus épais, comme les rameaux aplatis du *Phyllocactus* (fig. 10), la courbe, comme celle de la tige du Lis, se relève vers la partie supérieure de la plante. Là, comme dans la tige, ce fait ne peut s'expliquer que par la chaleur vitale. Ici, en outre, j'ai pu faire une étude de la distribution de la température suivant l'épaisseur : en allant du centre à la périphérie, la température s'élève d'abord rapidement (fig. 15), passe par un maximum et redescend. Ce minimum existant sur la nervure centrale provient évidemment de l'ascension de la sève froide; le minimum à la surface provient du refroidissement par évaporation; le maximum intermédiaire trouvé même dans l'obscurité, est dû à la chaleur vitale.

Enfin, dans un *Echinocactus*, nous avons trouvé, suivant l'axe, suivant une méridienne profonde, et suivant une méridienne extérieure, les 3 courbes de la fig. 11. On voit d'abord sur ces courbes l'action égalisatrice de température de l'air extérieur. En outre, on trouve a l'intérieur une température supérieure à celle de la surface, et cela malgré une température ambiante légèrement croissante. Ce fait trouve encore ici son explication dans les phénomènes chimiques de la vie de la plante.

3° *La fleur.* — La température de la fleur éclose est, en général, inférieure à celle de la tige; elle présente un maximum dans les carpelles et un minimum dans les pétales. Dans le bouton, au moment de la floraison, elle présente un maximum très net : dans la Tubéreuse représentée par la fig. 13, par exemple, on voit la température atteindre sensiblement dans le bouton la température extérieure, tandis que le reste de la plante est à une température notablement inférieure. Ce phénomène est, en moins intense mais non moins démonstratif, le même que celui étudié par Dutrochet dans le spadice des *Arum* (mémoire déjà cité). Dans ces deux cas, la chaleur vitale est accrue considérablement dans un tissu en voie d'actif développement.

B) INFLUENCE DES CONDITIONS EXTÉRIEURES. — Nous avons fait, pour un assez grand nombre de plantes, varier les conditions extérieures : état hygrométrique et éclairement, et étudié les variations correspondantes de la courbe de distribution.

1° *Variations de la tension de vapeur d'eau.* — Nous déterminions l'état hygrométrique à l'aide d'un hygromètre à cheveu, placé à une certaine distance de la plante dans la même enceinte. Les indications de cet hygromètre avaient été contrôlées par comparaison avec un hygromètre d'Alluard.

Comme nous pouvions nous y attendre, les irrégularités trouvées dans les courbes de distribution disparaissent en grande partie quand le degré hygrométrique croît. Le facteur le plus important de ces différences étant, en effet, l'évaporation, son action tend à disparaître. L'influence de la chaleur vitale seule se fait sentir, si du moins on se trouve dans une obscurité relative. Pour des plantes qui ne sont pas dans une période végétative intense et qui ont séjourné quelque temps (2 à 3 jours) dans l'obscurité, on peut arriver ainsi à une température sensiblement uniforme dans les diverses parties : nous renverrons comme exemple aux courbes relatives à la feuille de *Begonia* de la fig. 6; on voit ces courbes s'aplatir et tendre sensiblement vers une droite quand on approche de la saturation aqueuse de l'atmosphère.

De même, pour le *Geranium* auquel se rapporte la figure 12, on voit disparaître progressivement le minimum existant à la naissance de la feuille, à mesure que la tension de vapeur d'eau croît. De même encore dans la Tubéreuse (fig. 13), on voit disparaître la différence existant entre la tige et la fleur, tandis que l'ascension de la courbe dans le bouton subsiste : la cause n'en est donc plus l'évaporation.

Dans le *Phyllocactus* (fig. 10, exp. 1 et 2) on voit encore s'atténuer l'ascension de la 1re partie *ab* de la courbe, tandis que l'inclinaison du palier *bf* reste la même. La même remarque peut se répéter sur le Pourpier (fig. 3) dans lequel le minimum signalé en *c* disparaît tandis que l'inclinaison de la branche *cf* subsiste rendant probable son origine chimique.

2° *Influence de l'éclairement.* — Nous avons enfin comparé les courbes déterminées à l'ombre, à celles que l'on obtient au soleil. L'état hygrométrique est, dans ce cas, très mal défini, puisque la température varie en tous les points de l'enceinte. Pour éviter les courants d'air, nous disposions la plante dans une cage de verre que nous ne découvrions que quelques instants avant l'expérience. Cette expérience était faite le plus rapidement possible, car la température était forcément variable et, d'autre part, la plante assez souvent se flétrissait rapidement. Les résultats trouvés peuvent se résumer en quelques remarques :

1^re^ *Remarque.* — Au soleil et assez loin du sol, les parties les plus épaisses de la plante sont, en général, les plus chaudes : ce fait se comprend aisément par l'action dominante de l'épavoration. Nous le voyons très nettement se vérifier dans le cas du Glaïeul par exemple (fig. 8, expérience 3) où l'on trouve un maximum au voisinage de l'oignon et où la température décroît ensuite rapidement vers les parties minces des feuilles. Dans le cas du *Phyllocactus*, également (fig. 18, exp. 4), la courbe de distribution présente un maximum au bas du rameau aplati.

Toutefois, dans les feuilles à pétiole, l'allure reste la même qu'à l'ombre, les différences étant simplement accrues (cas du *Geranium*, fig. 12, exp. 5, cas du *Begonia*, fig. 6, exp. 5). Dans l'expérience 4 sur le même *Begonia rex* (fig. 6) l'allure cesse d'être la même : le maximum de température se trouve avant le sommet du pétiole, au lieu de se trouver vers le milieu de la feuille; mais dans cette expérience faite au grand soleil dans une serre, la plante se flétrissait rapidement : l'ascension de la sève n'étant plus suffisante, la circulation de la sève élaborée devait être très réduite; les causes refroidissantes n'étaient plus donc que l'ascension de la sève froide et l'évaporation par les surfaces.

2^e^ *Remarque.* — Le maximum de température n'est pas à la surface ensoleillée de la plante, mais à une certaine profondeur. Ce fait s'explique aisément par la pénétration des rayons lumineux à travers les tissus et à l'évaporation sur la surface. Un exemple de cette distribution est donné par l'*Araucaria* (fig. 9). Au point α de la surface de la feuille disposée normalement aux rayons lumineux, nous avons relevé 1°56 de différence avec une température de comparaison; en β, au centre : 1°72; en γ, à la surface non éclairée, 1°31 seulement. De même sur une feuille d'*Echeveria* (plante grasse de la famille des Crassulacées), disposée normalement aux rayons solaires, les températures relevées, en allant de la surface ensoleillée vers l'autre étaient inférieures de 4°38, 3°40, 6°17 à la température de comparaison, montrant encore un maximum très net au milieu d'une section de 0 cm. 5 d'épaisseur.

3e *Remarque* : *Influence de la couleur.* — On devait prévoir une influence assez considérable de la couleur sur la température atteinte par les plantes au soleil : l'absorption des rayons lumineux varie, en effet, avec la couleur et son intensité. Ce fait avait déjà été vérifié en un cas assez particulier par M. Louguinine (*loc. cit.*) dans l'étude comparative de troncs noirs de pins et de troncs blancs des bouleaux. Ici nous nous sommes attachés à étudier cette action dans la feuille : nous avions pour cela à notre disposition une belle collection de *Begonia rex*, les uns à feuilles d'un rouge sombre, presque noires, les autres, d'un vert clair, presque blanches. Nous avons choisi des feuilles aussi identiques et disposées aussi identiquement que possible et comparé leurs températures en des points identiquement situés. Dans ces conditions, nous avons toujours observé au soleil ou au jour intense, chez la feuille rouge, une température supérieure à celle de la feuille blanche : dans une expérience, par exemple, cette différence atteignait 3°1, pour une température de 39° de la feuille blanche; à la lumière diffuse, cette différence s'abaissait à 0°8 et disparaissait à peu près complètement dans l'obscurité.

4° *Influence refroidissante de l'évaporation au soleil.* — Pour nous rendre compte de cette influence, nous avons comparé les températures observées à celles que présente la surface éclairée d'un disque de liège noirci disposé normalement aux rayons solaires. Tandis que dans nos expériences, la température du liège noirci atteignait 60° (variant entre 60° et 64°), le maximum de température était, pour une feuille de *Phyllocactus*, 53°; pour une feuille de *Begonia*, 44° (elle flétrissait d'ailleurs rapidement à cette température); une feuille de Glaïeul atteignait 49° à la base et 46° au milieu; une feuille de *Geranium* 48° au sommet du pétiole. On voit encore ici que la température atteinte est d'autant plus forte que la plante est plus épaisse, c'est-à-dire que l'évaporation est moins intense.

CONCLUSIONS

En résumé, nous avons, dans l'ensemble de ces recherches, et grâce à la précision de nos appareils de mesure, pu mettre en relief un certain nombre de faits généraux, à savoir :

1° Lorsque, dans la plante, on s'élève du sol vers les extrémités, la température croît d'abord rapidement dans la tige, pour rester ensuite sensiblement constante et s'élever parfois vers les extrémités jeunes. Dans la feuille, la température décroît, d'abord, lorsqu'on s'élève dans le pétiole, atteint un minimum à la naissance du limbe, et se relève ensuite dans la nervure centrale, rapidement si la feuille est à nervation palmée, lentement si la feuille est à nervation pennée. Dans le bouton, enfin, la température est généralement plus élevée que dans le reste de la plante.

Tous ces faits, nous l'avons vu, trouvent leur explication dans la circulation de la sève, d'une part, et dans les phénomènes chimiques de la vie de la plante d'autre part.

2° Si la tension de vapeur d'eau croît, les différences de températures signalées tendent à disparaître, sauf celles qui ont, pour origine, les réactions chimiques.

3° Si l'on fait croître l'intensité lumineuse, les différences s'accentuent au contraire. Au soleil, les températures maxima sont atteintes, en général, dans les organes les plus épais. Les phénomènes d'évaporation et de circulation de la sève ont alors un rôle prépondérant dans la distribution de la température.

4° Enfin, nous avons étudié l'influence de la couleur sur la température : au soleil, une feuille rouge sombre s'est toujours montrée à une température supérieure à celle d'une feuille vert clair.

Nos recherches avaient la seule prétention de venir combler une lacune et illustrer les théories de physique et de chimie biologiques. Les résultats acquis, et basés sur un assez grand nombre de faits, ont satisfait notre ambition. Nous serions heureux si la méthode physique de mesure que nous avons mise en pratique pouvait devenir de quelque utilité dans des recherches plus particulières faites par de plus autorisés que nous en la matière.

RÉSULTATS NUMÉRIQUES ET COURBES DE DISTRIBUTION

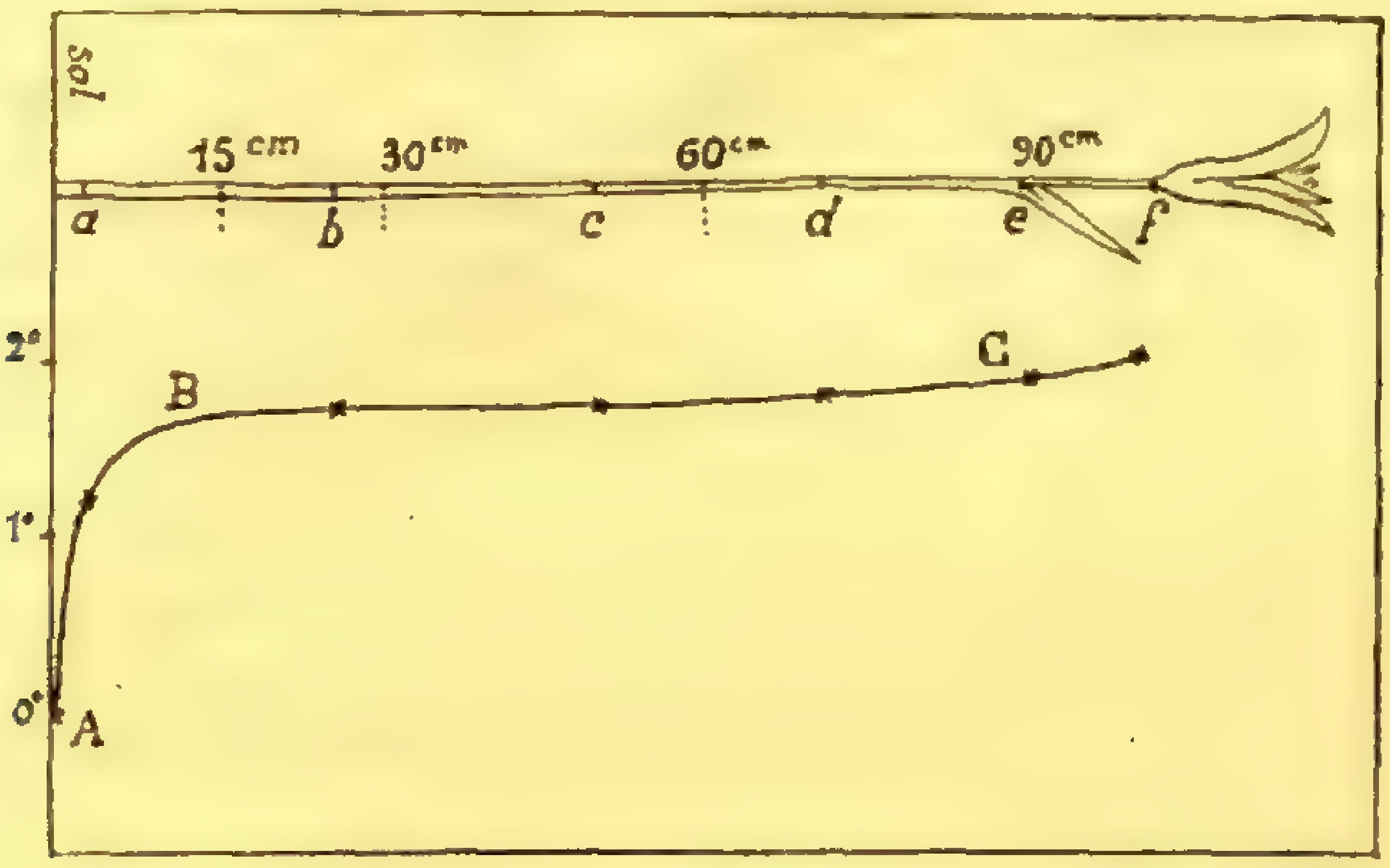


Fig. I. Lis. — L'étude a été faite par la méthode des contacts successifs avec un couple acier-cuivre dans un laboratoire calorimétrique à température constante, avec un éclairement faible.

Points de contact	Distance au sol	Différences avec la températ. de compar.
a	0 m. 03	1°40
b	0 m. 25	1,96
c	0 m. 50	1,98
d	0 m. 70	2,10
e	0 m. 90	2,20
f	1 m.	2,26

La température de comparaison était prise sur la tige elle-même au ras du sol; dans le tableau ci-contre, nous avons indiqué les résultats relevés dans une expérience aux divers points de la tige.

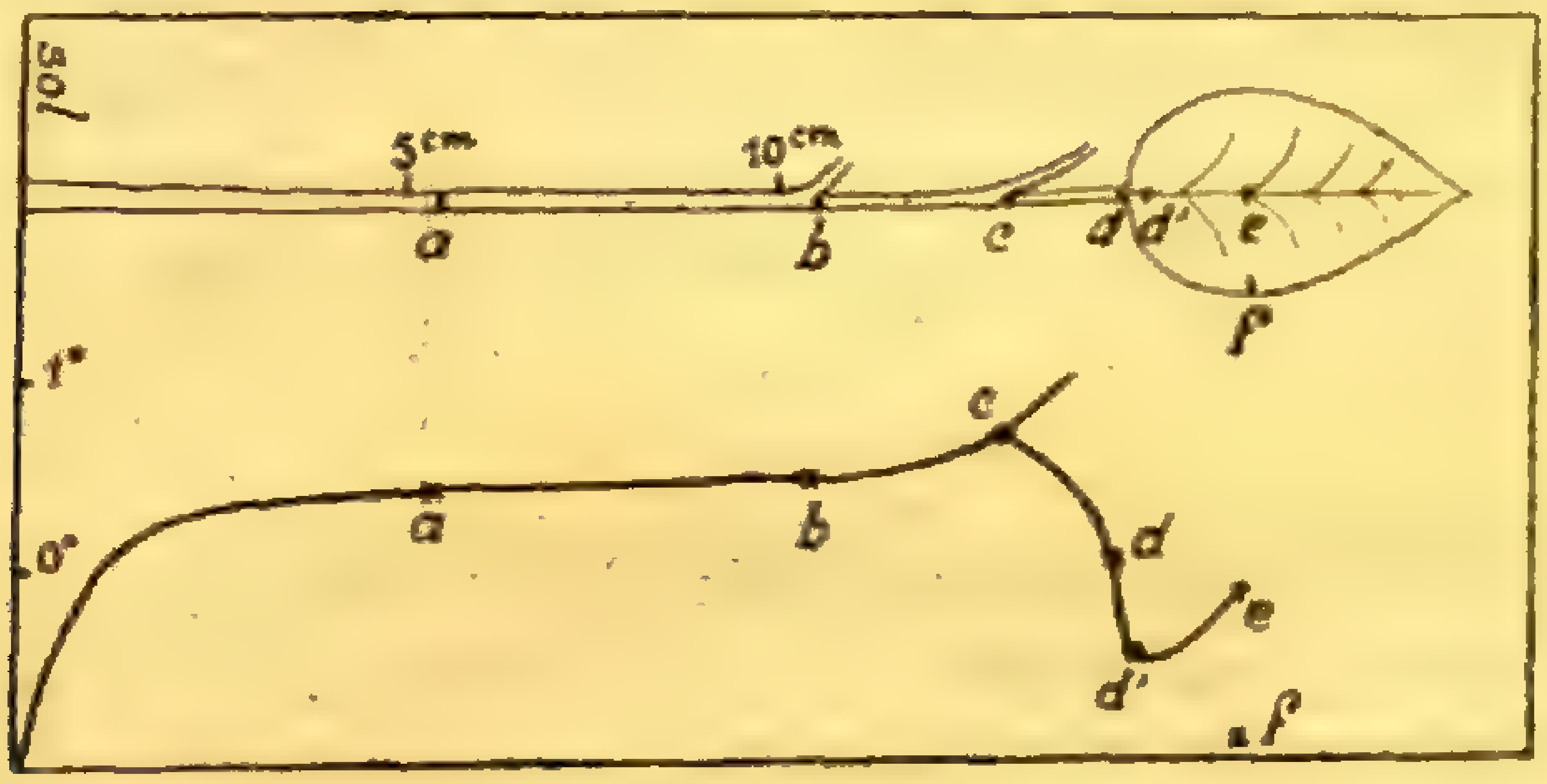


Fig. 2. *Stephanotis.* — La courbe représentée par la figure 2 a été également déterminée par points successifs avec un couple acier-cuivre, sur la plante disposée dans une serre vitrée, vers 2 heures de l'après-midi, par un ciel couvert et orageux. Temp. ext. T = 24°00.

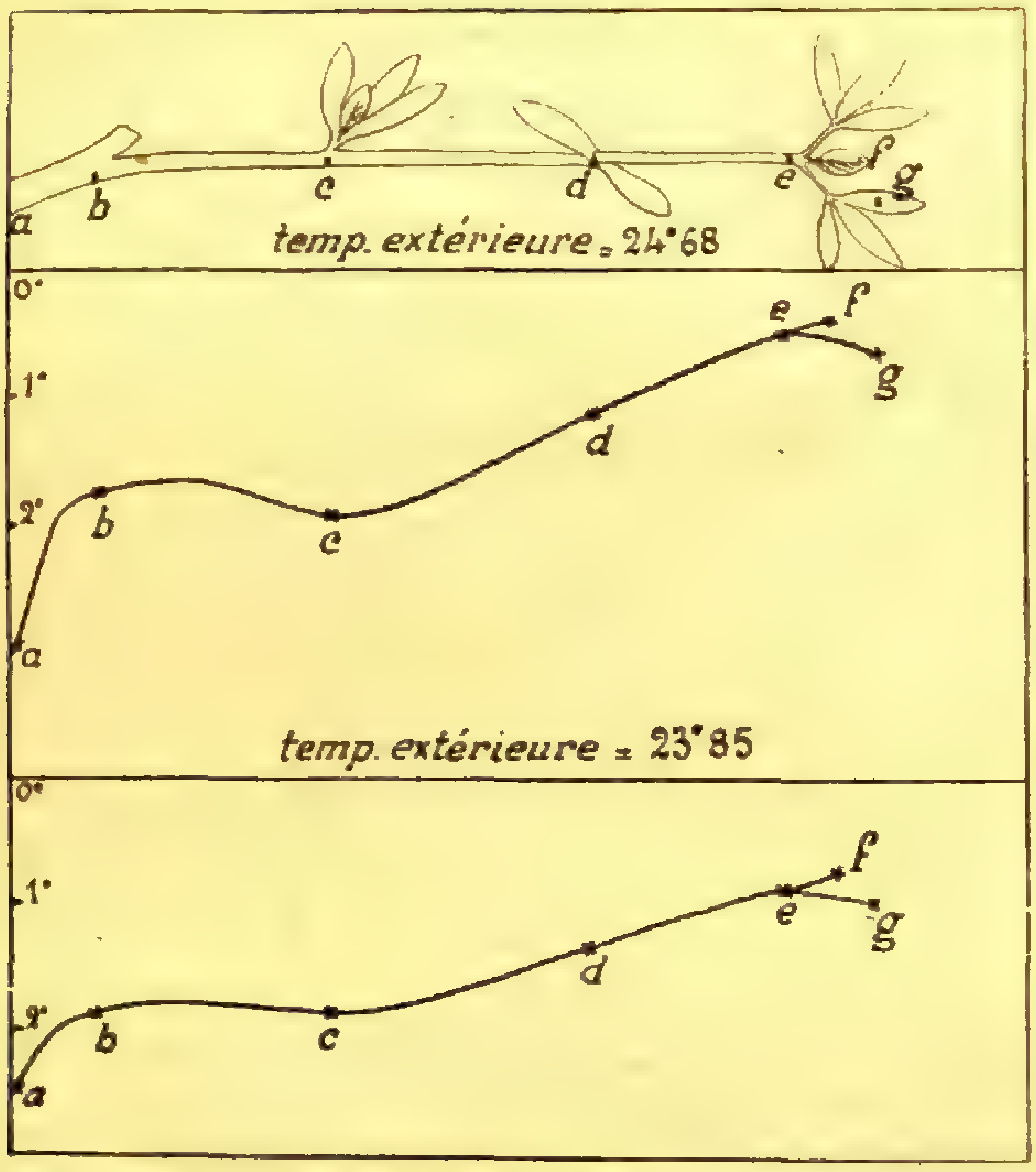


Fig. 3. — Pourpier.

Exp. 1 : La plante est dans l'obscurité depuis 1 heure. *e* = 69, T = 24°7.

Exp. 2 : Après un séjour de 2 jours dans l'obscurité. *e* = 92, T = 23°85.

Ces courbes ont été déterminées par la méthode des pinces associées en *constantan-cuivre*. Chaque expérience a duré moins de dix minutes. Dans le tableau qui suit, nous indiquons les nombres relatifs aux deux expériences auxquelles se rapportent les courbes.

Points de Contact	Distance au sol	Expérience 1; *e* = 69		Expérience 2; *e* = 92	
		Températ. ambiante	Différences avec la temp. amb.	Températ. ambiante	Différences avec la temp. amb.
a	0 cm.	24°70	— 2°89	23°86	— 2°37
b	2 cm.	24,69	— 1,73	23,86	— 1,77
c	8 cm.	24,69	— 1,94	23,86	— 1,79
d	15 cm.	24,68	— 1,09	23,85	— 1,27
e	21 cm.	24,66	— 0,48	23,85	— 0,85
f	bouton	24,65	— 0.43	23,85	— 0,70
g	feuille	24,65	— 0,67	23,85	— 0,88

Dans la 2e expérience, la plante ayant séjourné dans l'obscurité, la feuille est, malgré une tension supérieure de vapeur d'eau, à une température moins élevée que dans la précédente : la chaleur végétale tend à disparaître, en effet, dans ces conditions.

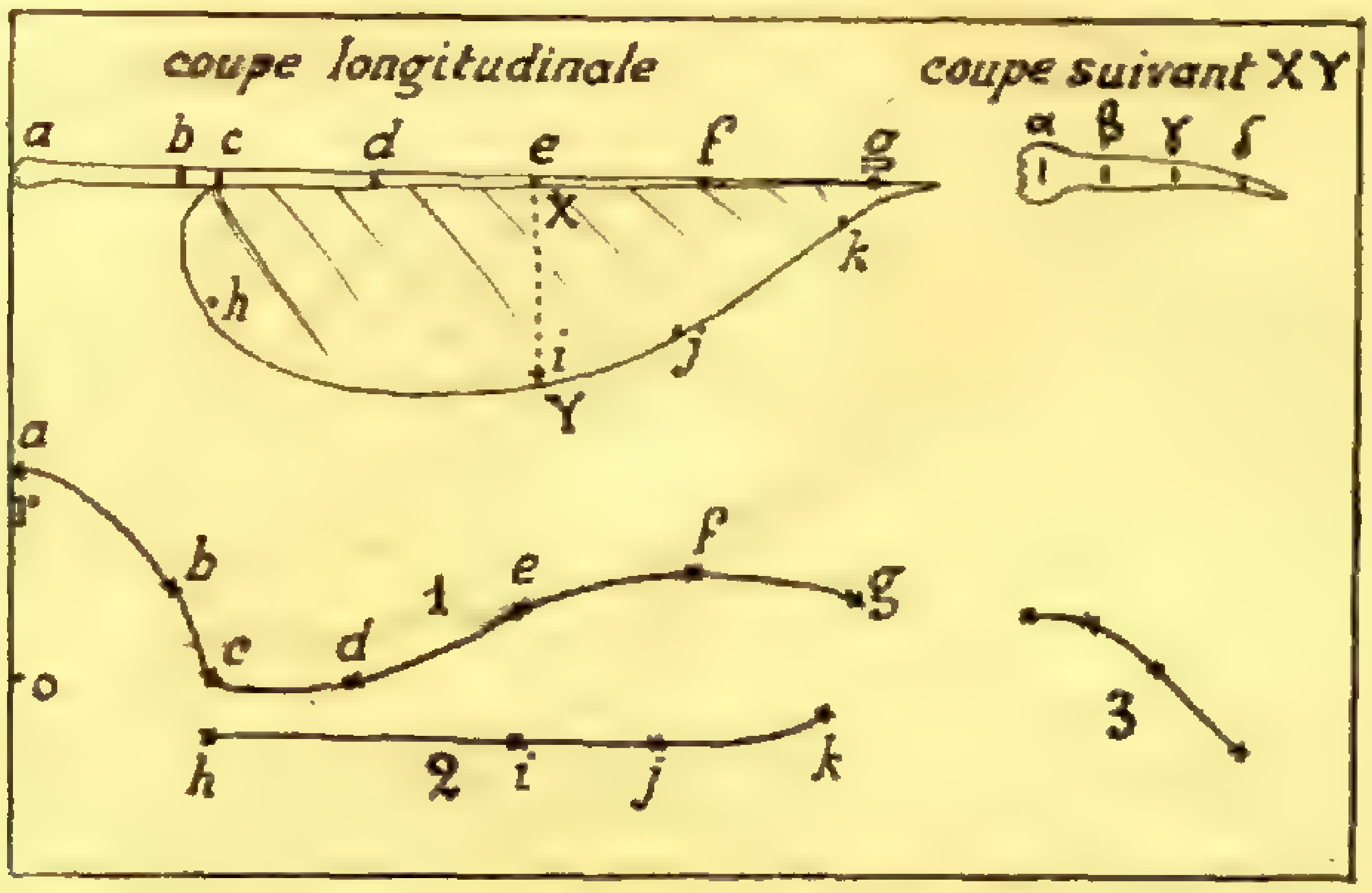


Fig. 4. Feuille de *Stephanotis*. — L'expérience a été faite immédiatement après celle de la fig. 2 et dans les mêmes conditions qu'elle; la température de comparaison était prise à la naissance du limbe; voici les résultats trouvés :

Pétiole	a	+ 1°20
	b	+ 0°53
	c	0°00
Nervure Centrale	d	0°01
	e	0°44
	f	0°66
	g	0°51

section latérale suivant x γ	α	0.44
	β	0.41
	γ	0.13
	δ	— 0.34
Périphérie	h	— 0.34
	i	— 0.34
	j	— 0.34
	k	— 0.15

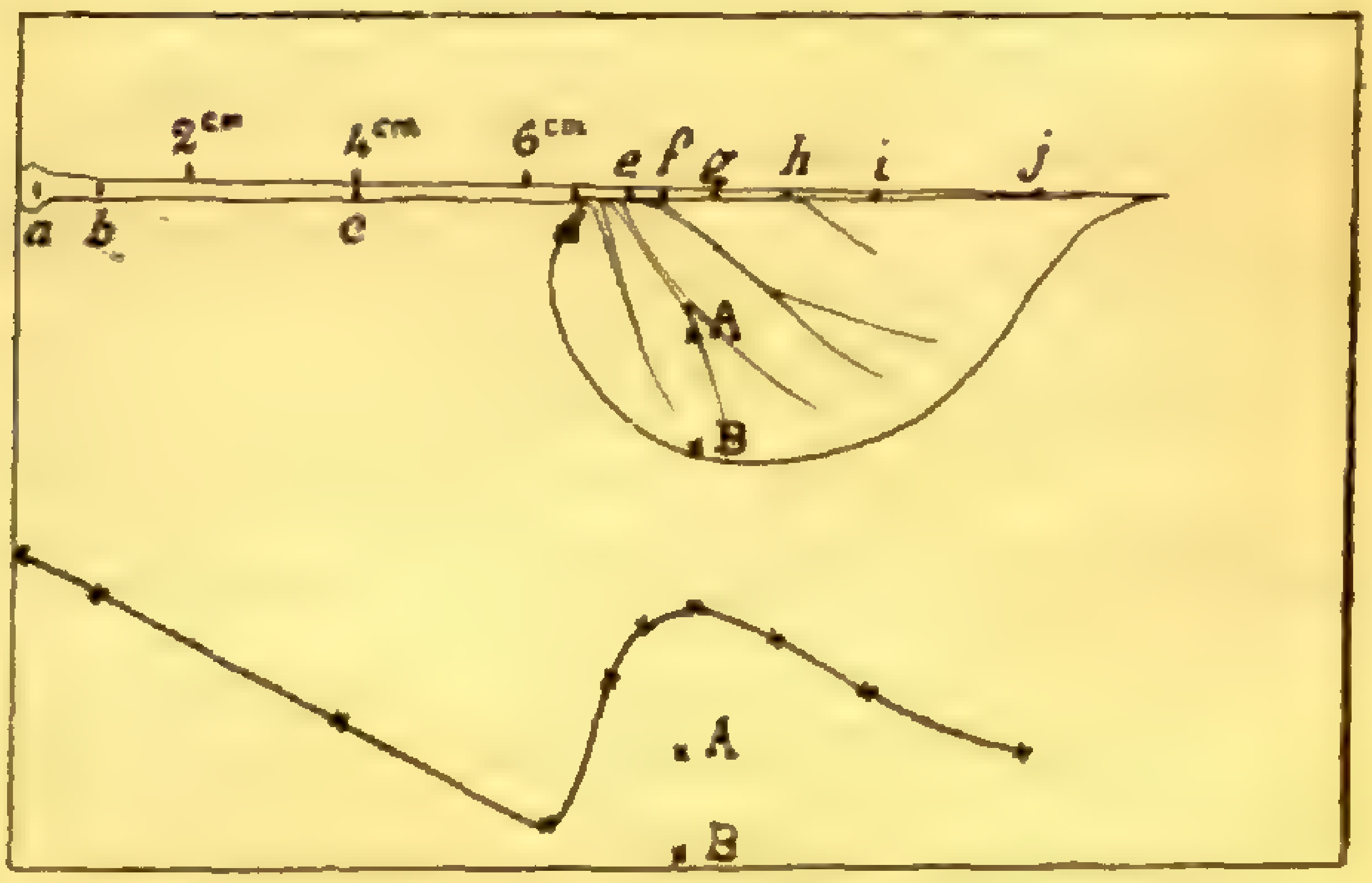


Fig. 5. — *Begonia rex*. Étude d'une feuille éloignée du sol.

De nombreuses expériences ont été faites, dans des conditions diverses, sur des feuilles à nervures pennées. L'expérience de la figure 5 a été faite sur une feuille de Bégonia avec une intensité lumineuse suffisamment intense, ce qui accroît considérablement les différences et rend le phénomène plus typique; la feuille était, en outre, choisie loin du sol. Toutes les autres expériences ont donné la même allure de courbe, mais avec des différences plus ou moins marquées.

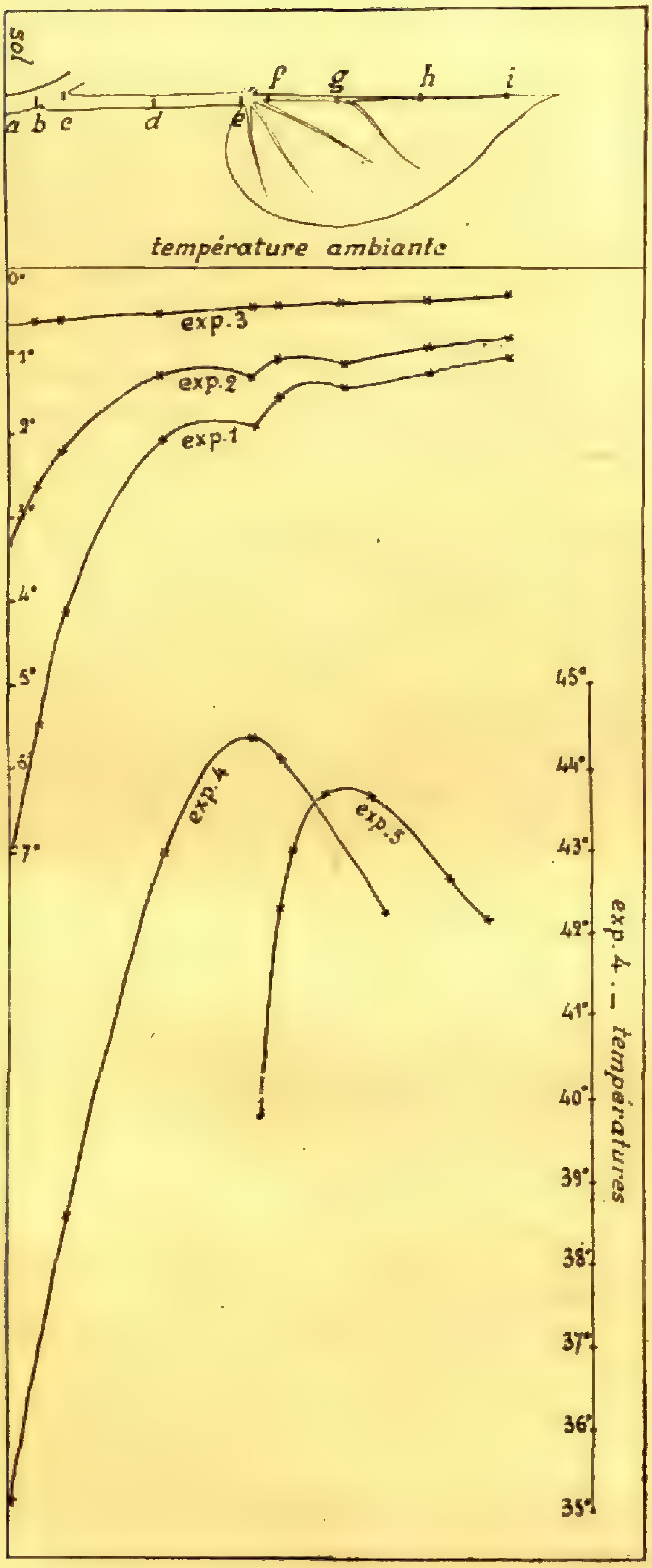


Fig. 6. — ***Begonia rex.*** Étude d'une feuille voisine du sol.

Exp. 1 : dans l'obscurité.
e = 52-53; T = 26.9

Exp. 2 : dans l'obscurité.
e = 72; T = 24.6

Exp. 3 : dans l'obscurité.
e = 99; T = 22.8

Exp. 4 : au soleil dans la cage vitrée; un disque de liège noirci atteint 64°,3.

La feuille est rapidement flétrie.

Voici les résultats trouvés sur une même feuille de *Begonia rex* dans les trois expériences successives, 1, 2, 3, avec des tensions diverses de vapeur d'eau.

Points de Contact	Distance au sol	EXP. 1; e=52.53		EXP. 2; e = 72		EXP. 3; e = 99	
		Tempér. ambiante T	Diff. avec la Tempér. amb. Δ T	T	Δ T	T	Δ T
a	0 cm.	26°85	— 6°981	24°70	— 3°39	22°84	— 0°66
b	1 cm. 5	26,90	— 6,451	24,69	— 2,64	22,84	— 0,63
c	3 cm.	26,93	— 4,116	24,66	— 2,26	22,84	— 0,69
d	10 cm.	26,95	— 2,10	24,65	— 1,33	22,84	— 0,53
e	15 cm. 5	26,90	— 1,92	24,62	— 1,35	22,84	— 0,45
f	16 cm. 0	26,89	— 1,61	24,60	— 1,20	22,84	— 0,44
g	19 cm. 5	26,88	— 1,48	24,60	— 1,28	22,84	— 0,51
h	22 cm. 0	26,85	— 1,34	24,59	— 0,98	22,84	— 0,44
i	25 cm. 0	26,85	— 1,11	24,58	— 0,95	22,84	— 0,36

Les expériences 4 et 5 ont été exécutées au soleil, avec des pinces acier-cuivre, dans les conditions indiquées.

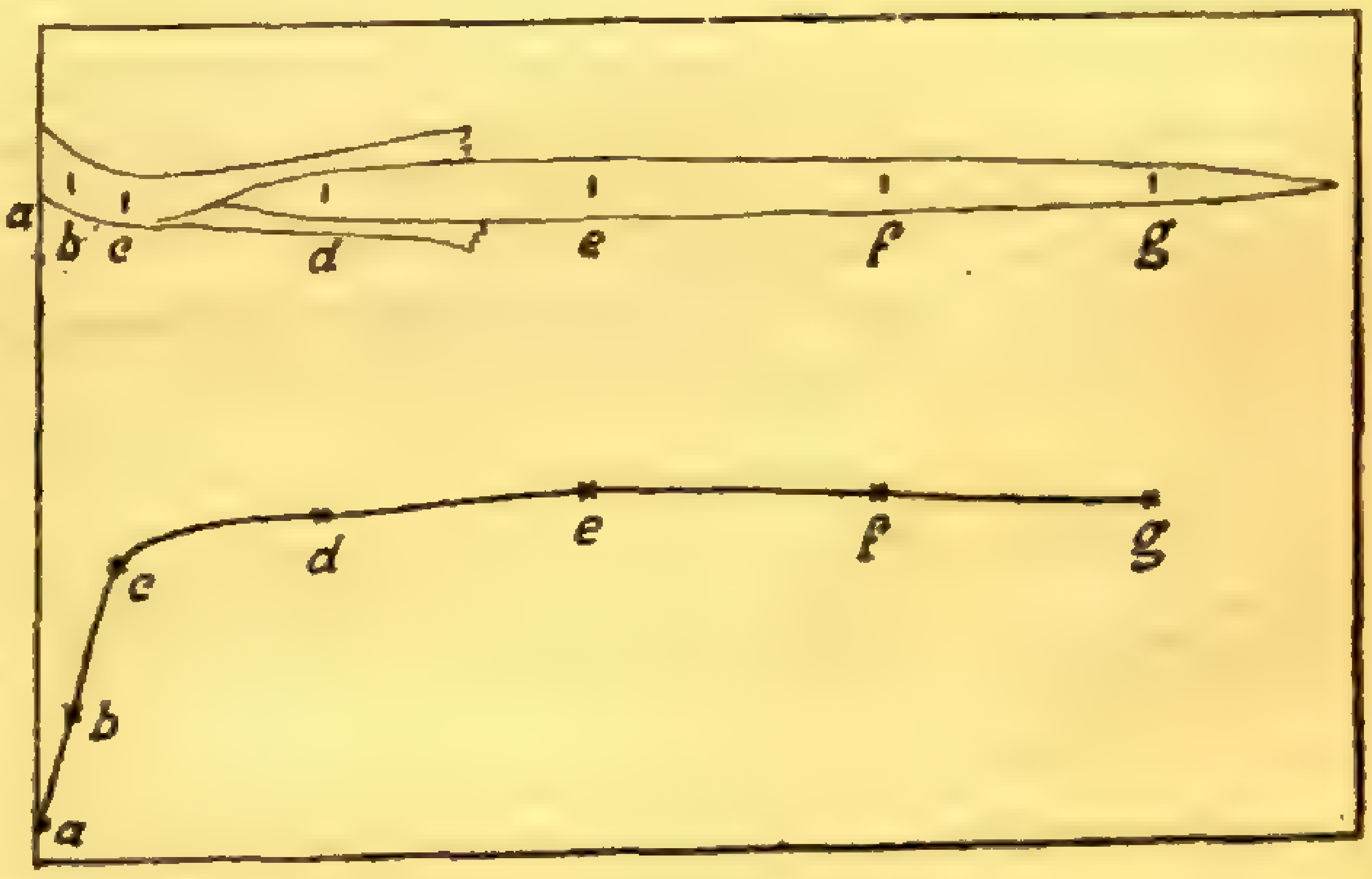


Fig. 7. — *Iris* dans l'obscurité.

e = 62
T = 24° 2

Un certain nombre d'expériences, parmi lesquelles nous avons choisi celle-ci, ont toujours donné un maximum très net vers le milieu de la feuille. Ces expériences ont été exécutées dans le laboratoire calorimétrique avec une série de pinces *constantan-cuivre*.

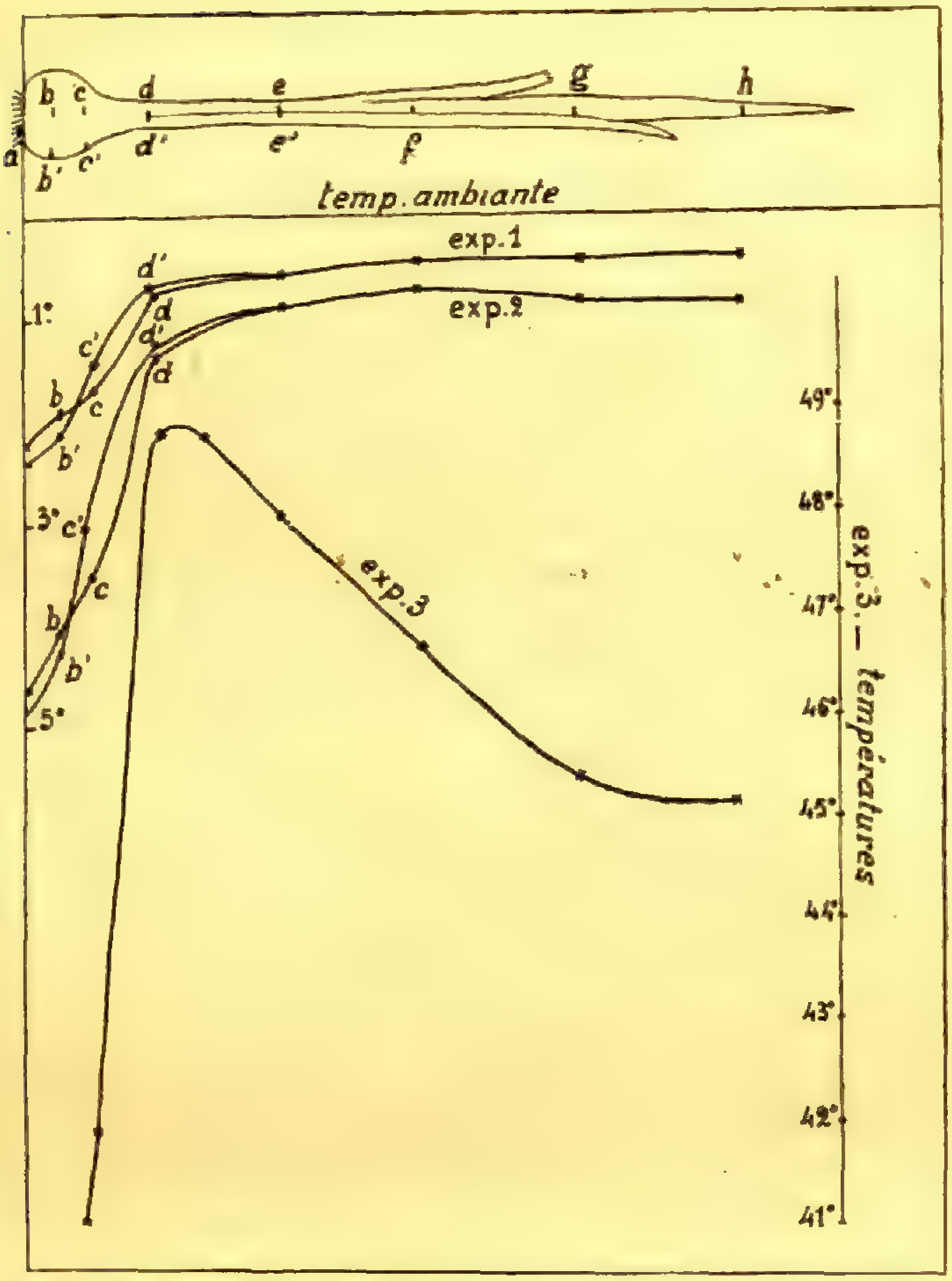


Fig. 8. — Glaïeul. Étude simultanée suivant l'axe et suivant la périphérie de la plante.

Exp. 1 : Dans l'obscurité. *e* = 92, T = 20°1

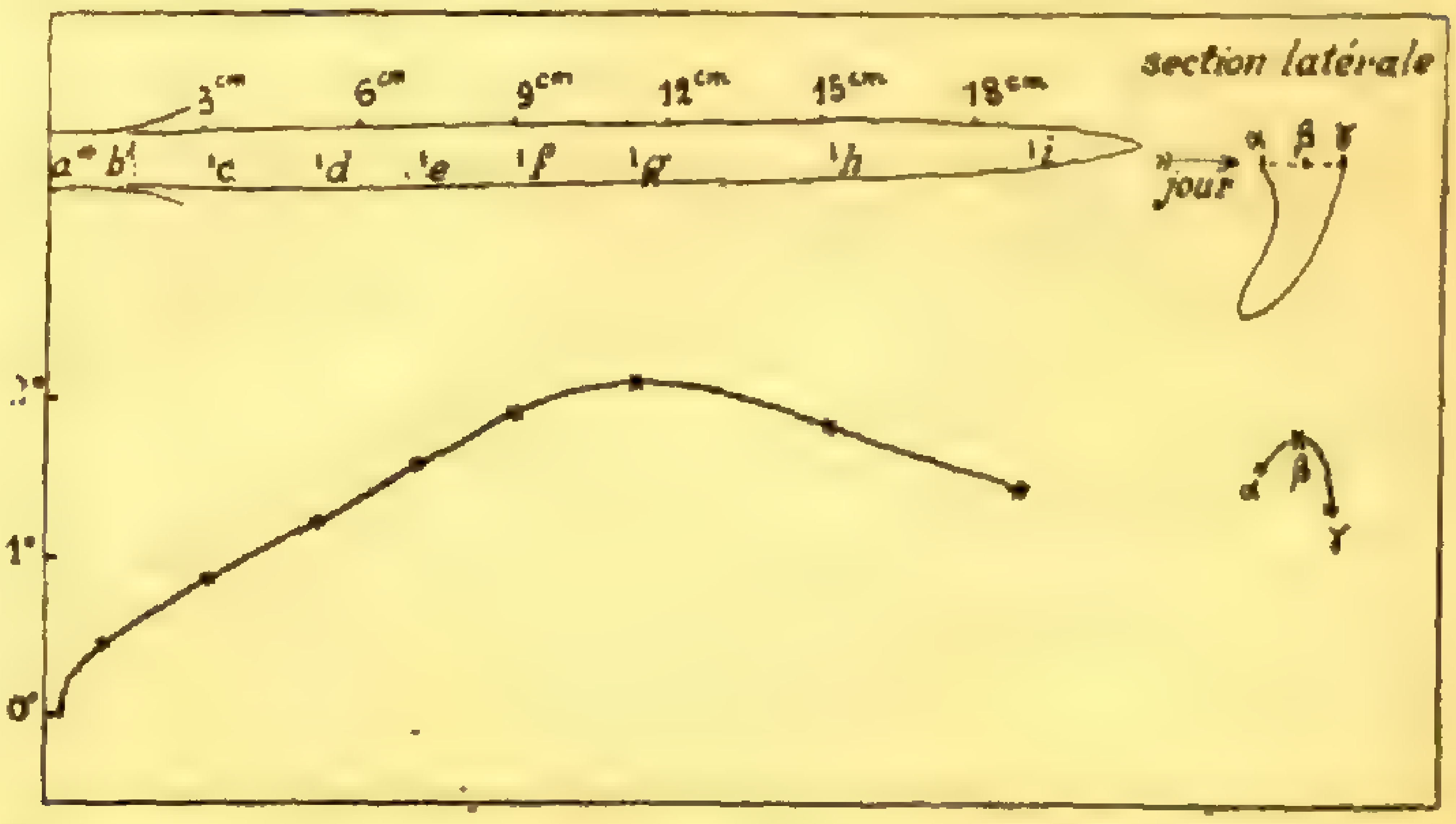
Exp. 2 : Dans l'obscurité. *e* = 75, T = 23°1-23°4

Exp. 3 : Au soleil, dans la cage vitrée. Un disque de liège noirci atteint 60°.

Nous avons choisi encore ici les expériences 1 et 2 parmi une demi-douzaine d'expériences très concordantes effectuées dans des conditions diverses. Nous avons opéré avec une série de 13 couples *constantan-cuivre*. Voici les résultats relatifs aux courbes 1 et 2 :

Points de contact	Expérience 1; *e* = 92		Expérience 2; *e* = 75	
	Températ. ambiante T	Différences avec la temp. amb. Δ T	T'	Δ T
a	20°00	— 2°25	23°11	— 4°690
b	20,01	— 1,875	23,15	— 4,170
b'	20,03	— 2,211	23,18	— 4,311
c	20,05	— 1,833	23,20	— 3,633
c'	20,07	— 1,431	23,24	— 2,900
d	20,09	— 0,786	23,28	— 1,473
d'	20,11	— 0,768	23,32	— 1,365
e	20,13	— 0,618	23,35	— 0,933
e'	20,15	— 0,603	23,38	— 0,980
f	20,17	— 0,495	23,40	— 0,768
g	20,18	— 0,546	23,42	— 0,915
h	20,20	— 0,402	23,45	— 0,928

Fig. 9. — *Araucaria.*



Cette expérience a été effectuée dans la salle d'expérience, la lumière venant, par une fenêtre, d'un ciel couvert très lumineux.

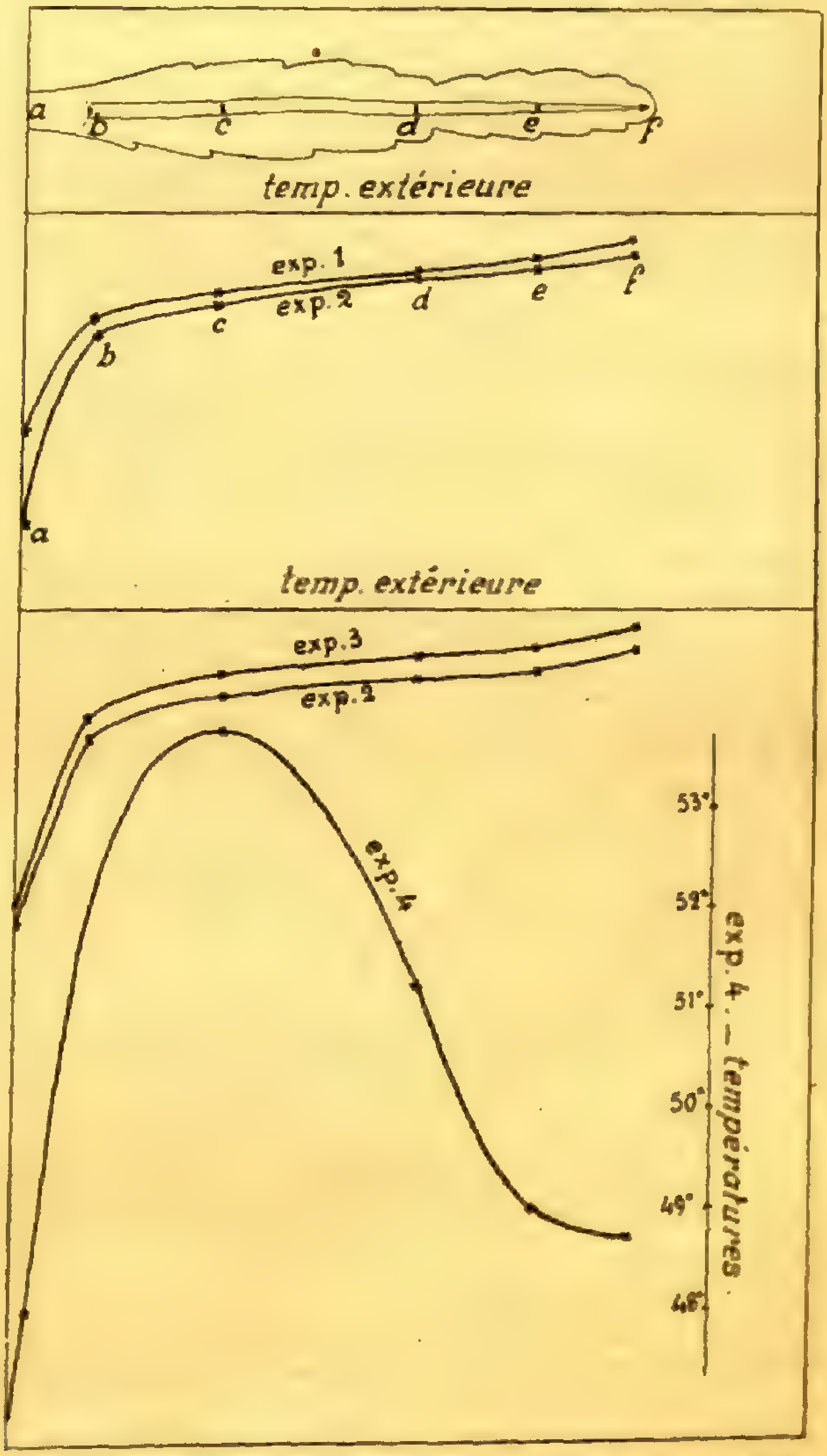
Fig. 10. — *Phyllocactus.* Étude le long de la nervure centrale.

Exp. 1 : Dans l'obscurité.
$e = 91$, $T = 23°0$

Exp. 2 : Dans l'obscurité.
$e = 78{,}5$, $T = 21°3$

Exp. 3 : Éclairement assez vif.
$e = 81$, $T = 21°6$

Exp. 4 : Au soleil dans la cage vitrée. Un disque de liège noirci atteint 60°3.



Dans les expériences 2 et 3, la tension de vapeur d'eau est sensiblement la même, mais dans l'expérience 3, l'intensité lumineuse est assez considérable, tandis que l'expérience 2 a été faite dans l'obscurité; les températures atteintes sont donc moindres dans cette dernière expérience que dans la précédente.

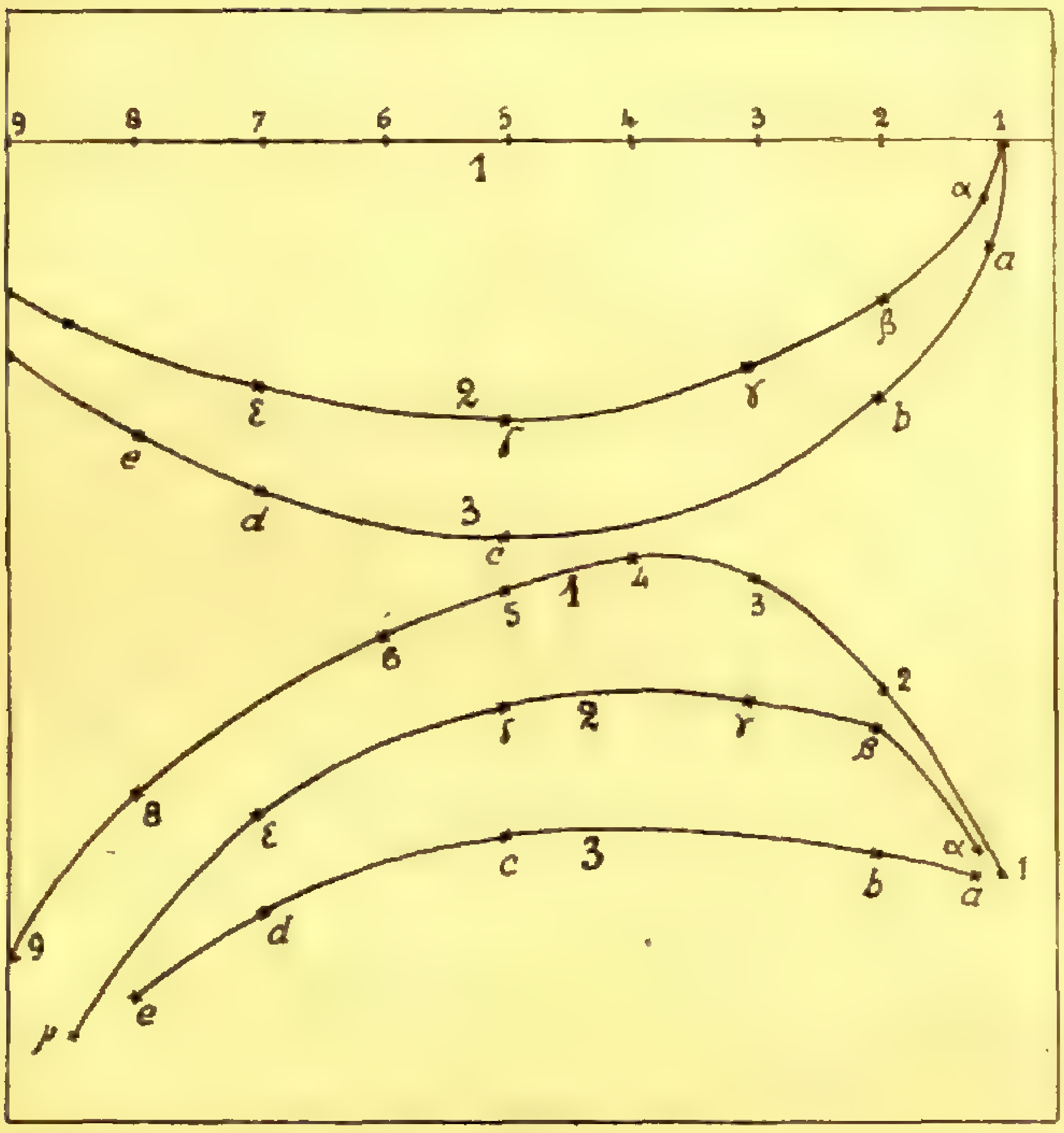


Fig. 11. — *Echinocactus.* Température extérieure légèrement ascendante.

Courbe 1 : Étude suivant l'axe.

Courbe 2 : Étude suivant une méridienne profonde.

Courbe 3 : Etude suivant une méridienne extérieure.

Le couple utilisé était un couple acier-cuivre assez rigide.

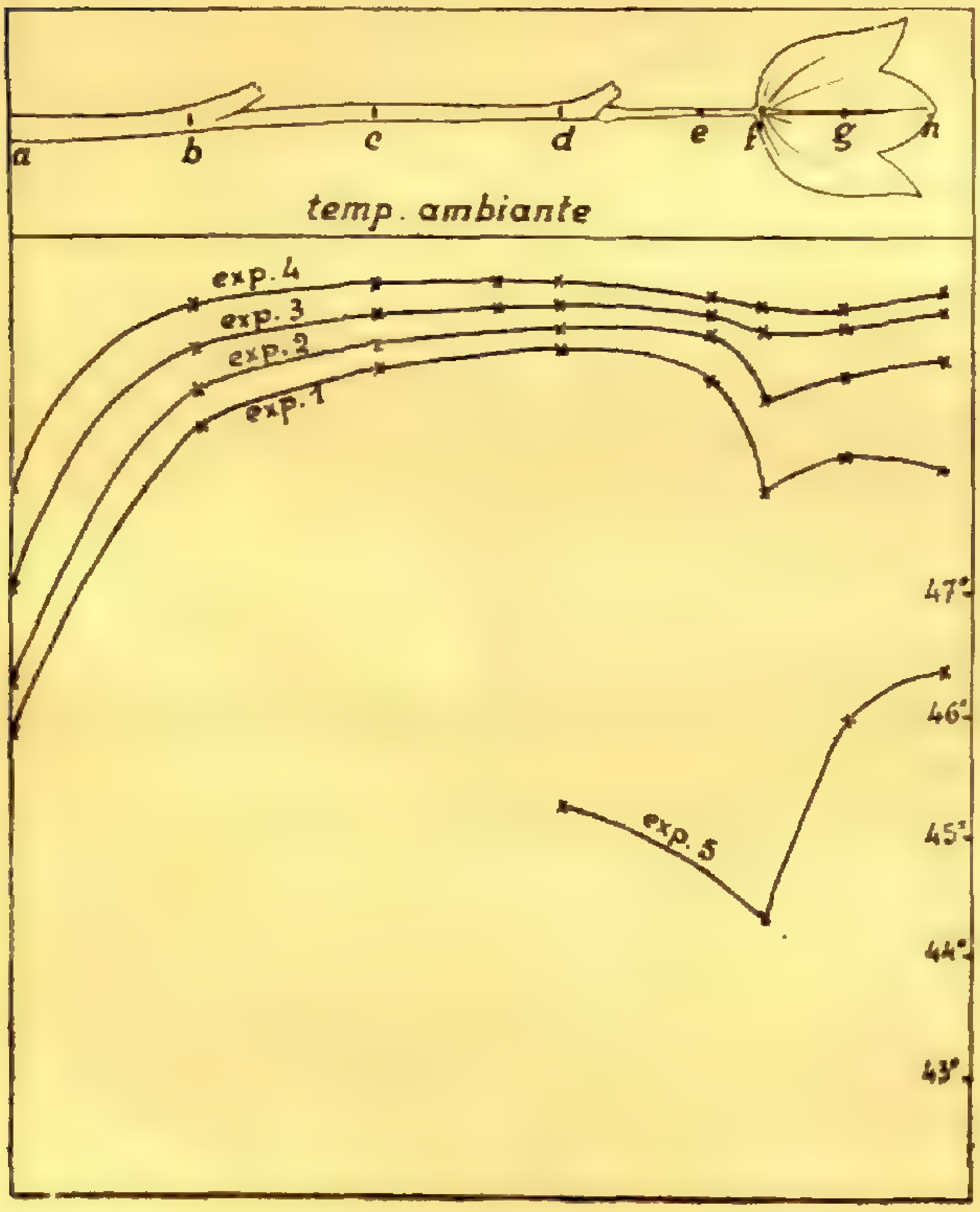


Fig. 12. — Géranium lierre.

Exp. 1 : Dans l'obscurité.
$e = 61$, $T = 23°5$

Exp. 2 : Éclairement faible.
$e = 64$, $T = 23°4$

Exp. 3 : Éclairement faible.
$e = 82$, $T = 26°3$

Exp. 4 : Éclairement faible.
$e = 87$, $T = 25°3$

Exp. 5 : Au soleil; le liège noirci atteint 64°.

Il nous a semblé assez intéressant de réunir ici les résultats de 4 expériences qui montrent bien, par la régularité des courbes obtenues, toute la sensibilité de la méthode.

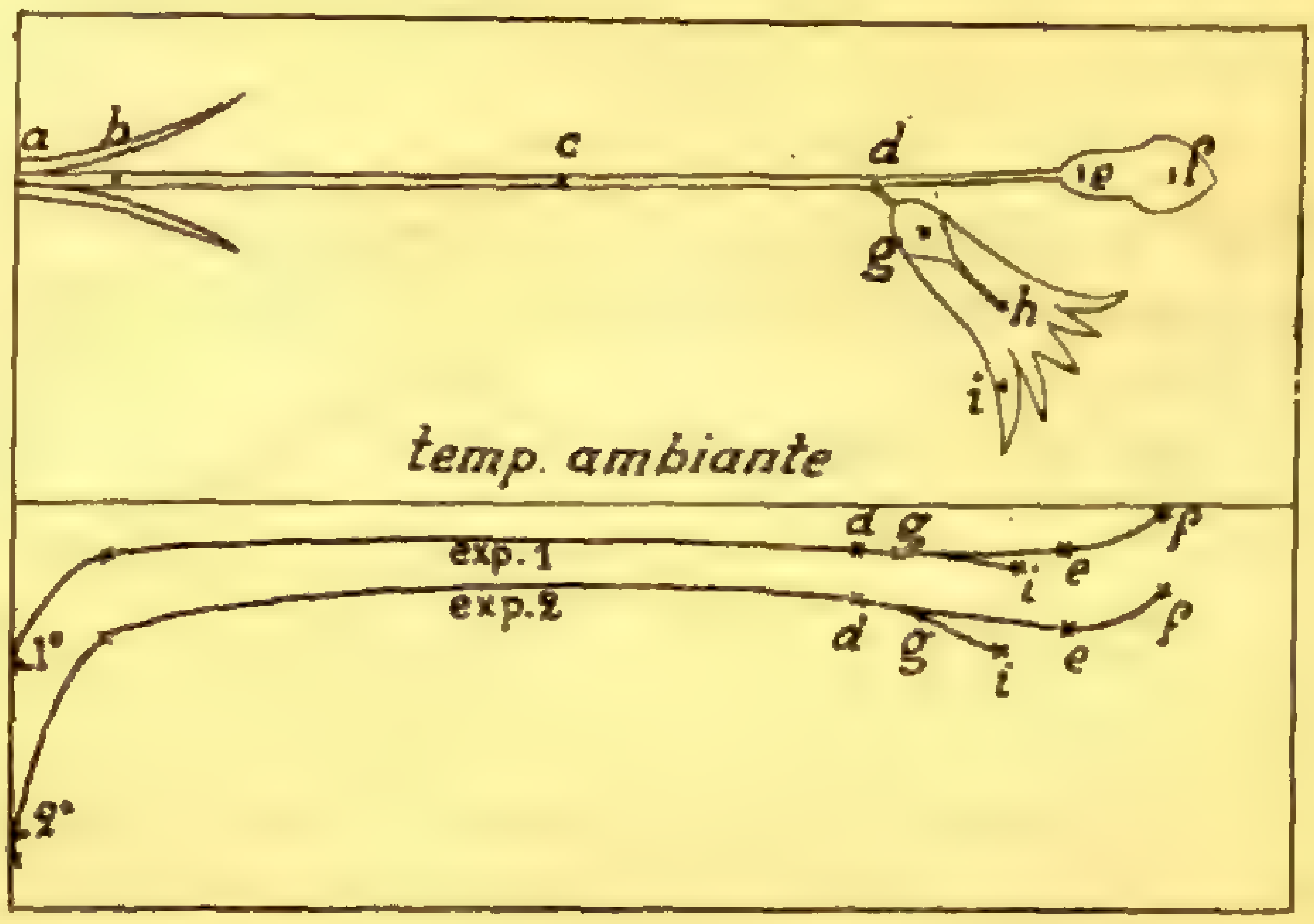


Fig. 13. — *Tubéreuse.* Étude de la fleur et du bouton.

Exp. 1 : obscurité.
$e = 98$; T = 19°85

Exp. 2 : obscurité.
$e = 86$-87; T = 23°7

Ces expériences ont été faites sur un pied de tubéreuse en pleine floraison. Il est intéressant de donner ici les résultats numériques qui mettent bien en relief l'existence d'une source de chaleur dans le bouton :

Points observés		Expérience 1; $e = 98$		Expérience 2; $e = 86$	
		Temp. ext. T	Diff. d'avec la temp. ext. Δ T	T	Δ T
tige	*a*	19°85	— 0°90	23°76	— 2°31
	b	19,85	— 0,34	23,77	— 0,83
	c	19,85	— 0,21	23,77	— 0,50
	d	19,84	— 0,30	23,75	— 0,63
bouton	*e*	19,84	— 0,28	23,75	— 0,83
	f	19,84	— 0,06	23,75	— 0,49
fleur	*g*	19,83	— 0,27	23,74	— 0,69
	h	19,83	— 0,35	23,74	— 0,92

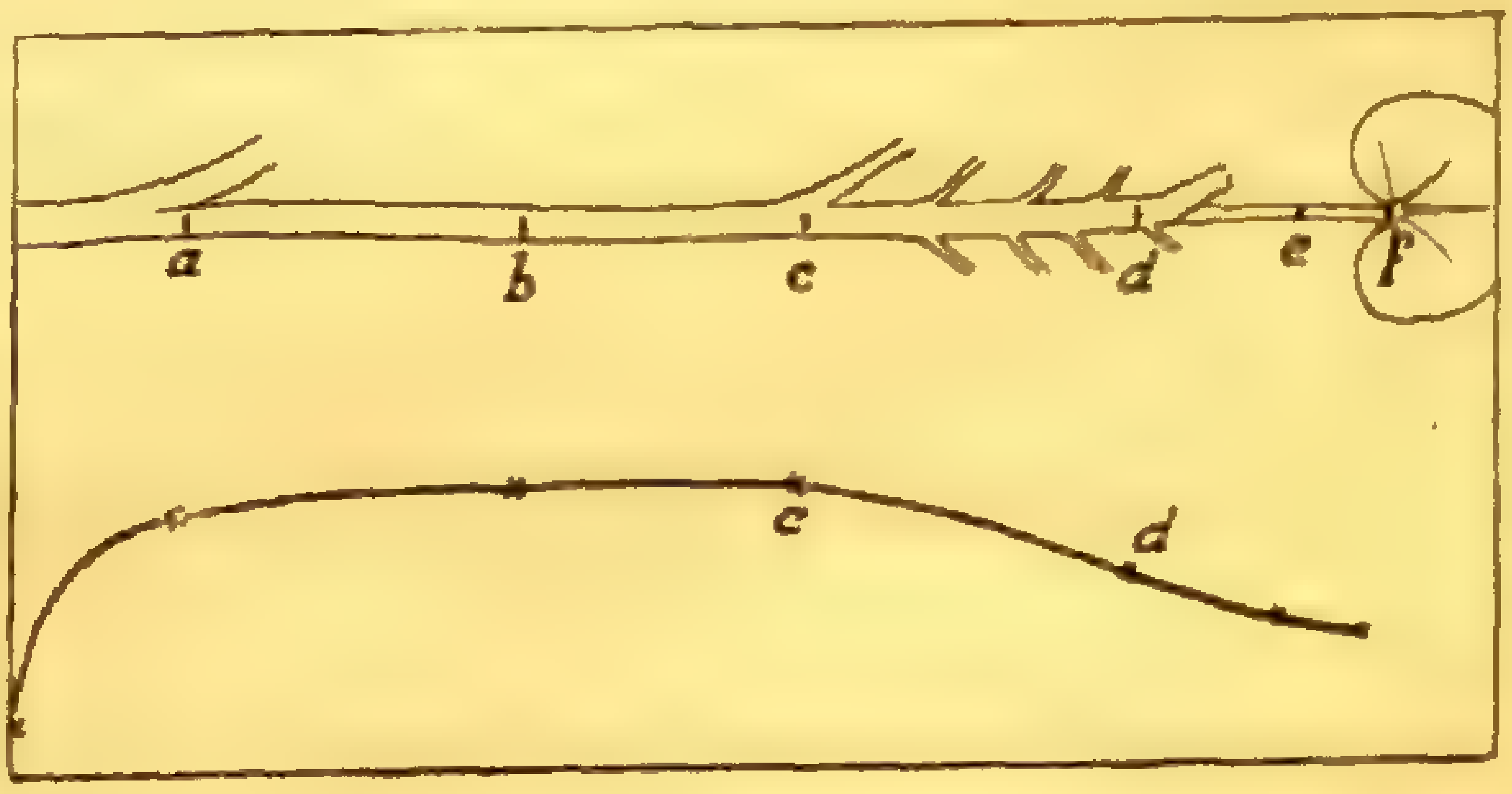


Fig. 14. — *Pelargonium* après un séjour prolongé dans l'obscurité.

A la partie terminale de la plante étudiée, se trouvait une accumulation de pétioles de feuilles; il en résulte dans la courbe, une partie très nettement descendante *cd*; la descente se poursuit, d'ailleurs, dans chaque pétiole suivant le phénomène déjà étudié.

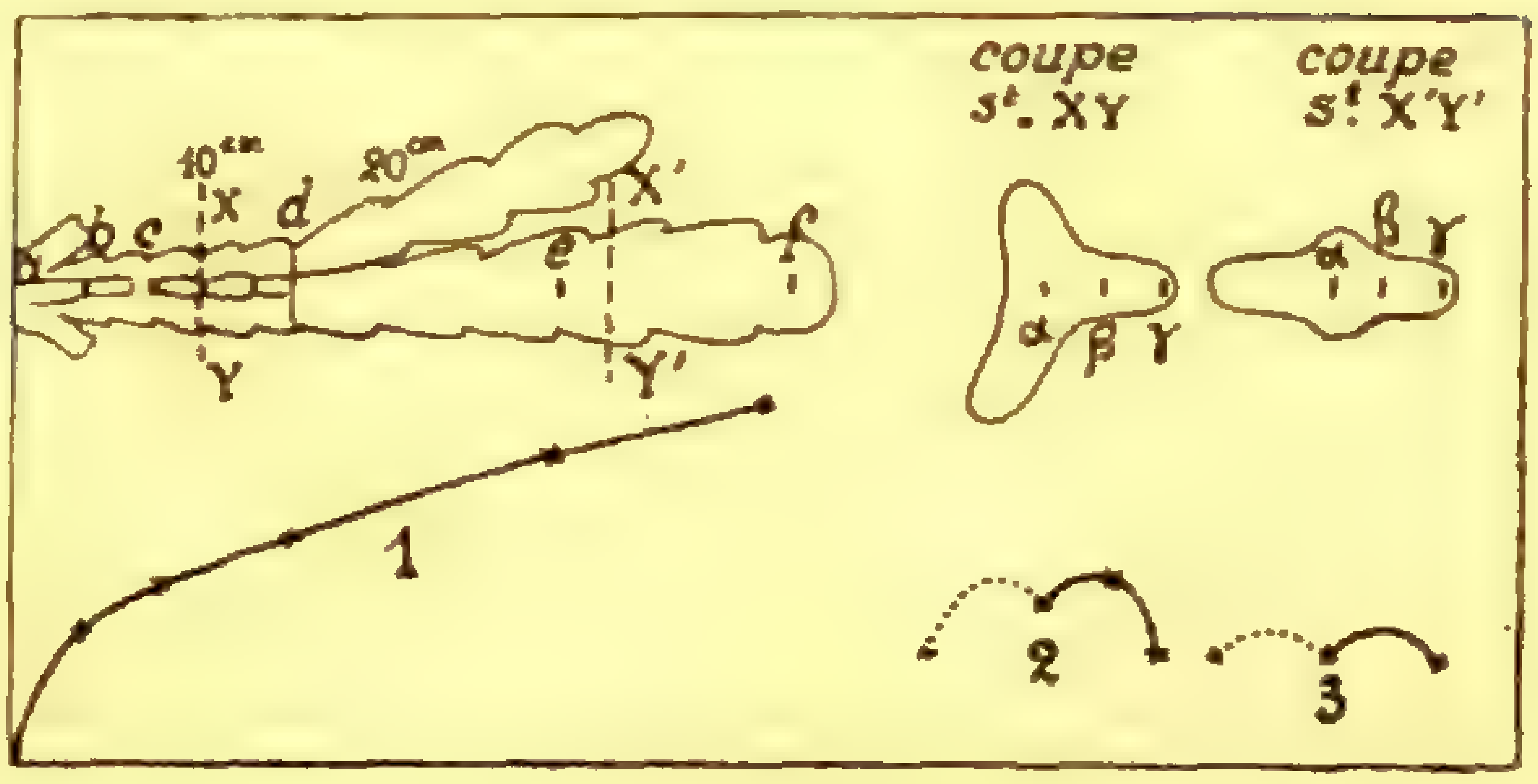

coupe
s^t. XY
coupe
s^t. X'Y'
10^cm
20^cm
a
b
c
X
d
X'
e
f
Y
Y'
α
β
γ
α
β
γ
1
2
3

Fig. 15. — *Phyllocactus.* Distribution transversale de la température.
T = 28°5 éclairement faible.

Cette étude a été menée surtout dans le but d'étudier la distribution suivant une section latérale de la plante; on voit sur les courbes, les résultats obtenus suivant 2 sections différentes; ces courbes indiquent un minimum net au centre; nous avons déjà interprété ce phénomène.

SUR LES PREMIERS STADES DU DÉVELOPPEMENT DU *TERMINALIA CATAPPA*

Par Mlle M. COLANI

L'étude anatomique des Combrétacées a fait l'objet d'un certain nombre de travaux de Heiden, Holtermann, Lefèvre. Tout récemment Turquet a publié une importante contribution à l'étude anatomique de *Combretum* africains. J'ai entrepris l'étude des Combrétacées asiatiques et principalement de leurs graines, de leur germination et de leurs premiers stades de développement. J'ai d'abord étudié à ce point de vue le *Terminalia Catappa* L. (*T. chlorocarpa* Hsskl.). Les exemplaires étudiés provenaient des environs de Hanoï.

Le fruit est une drupe lisse, ovale, comprimée. Il se compose de trois parties : 1° l'exocarpe, mou et charnu; 2° le mésocarpe, lâche; 3° l'endocarpe, épais, très dur. A maturité, ce fruit mesure en moyenne 5 cm. 1/2 de longueur. L'extrémité opposée au pédoncule se termine en pointe, les bords latéraux forment deux angles.

EMBRYON. — La plantule a 2 cm. de long sur $6^{mm}5$ de diamètre; elle est ellipsoïde, se terminant en pointe à la partie voisine du micropyle. Là se trouve la radicule, grande, conique à son extrémité inférieure. Elle est enveloppée dans sa presque totalité par les cotylédons. Ceux-ci longs, et surtout larges, appliqués l'un contre l'autre, s'enroulent 4 fois sur eux-mêmes. La tigelle est courte.

RADICULE. — Dans une coupe longitudinale axiale d'une graine ayant atteint son complet développement on voit : la coiffe formée de trois assises de cellules, avec deux initiales; deux initiales également pour l'écorce et le cylindre central; l'écorce : région externe, sept assises de cellules, petites, serrées, allongées; région interne, douze assises de cellules plus grandes, surtout plus larges et l'endoderme à cellules petites, de disposition régulière; le cylindre central net, à cellules étroites, longues, sans aucune différenciation à la partie inférieure de la radicule, avec un parenchyme médullaire à cellules arrondies, souvent plus larges que longues.

Le cylindre central (région inférieure) forme, en coupe transversale, un hexagone curviligne peu régulier. A $0^{mm}9$ du sommet de la radicule, on voit, dans un ou deux des angles, un à trois vaisseaux spiralés, à peine lignifiés, grêles en coupe longitudinale.

TIGELLE. — En coupe transversale, on distingue : l'épiderme à cellules petites, régulières; l'écorce formée de deux régions peu nettes, à seize assises de cellules, avec un endoderme à cellules régulières; le cylindre central annulaire dont le péricycle se compose de deux assises de cellules, six faisceaux ligneux alternent avec des faisceaux libériens; en général, chaque faisceau ligneux renferme trois vaisseaux spiralés, un ou deux à position intermédiaire à côté d'un ou deux alternes primitifs, persistant encore.

Les faisceaux libériens renferment un tube criblé, à différenciation nacrée. (En coupe longitudinale, on voit que les cloisons transversales sont presque horizontales; le tube fonctionne et communique avec les cellules annexes). La disposition superposée s'établit très nettement près du nœud cotylédonaire.

Le parenchyme médullaire est constitué par de grandes cellules polyédriques. Les parenchymes cortical et médullaire, les cotylédons (mésophylle), sont bourrés de matières de réserve : amyloleucites (colorables, chez les sujets plus âgés, en violet par l'iode), gouttelettes d'huile, etc. Les fourmis, friandes de ces embryons, en détruisent beaucoup lors de la germination.

COTYLÉDONS. — La face interne, plus tard face supérieure, de l'un des cotylédons se trouve placée contre la face externe de l'autre. Les cellules épidermiques ont des contours sinueux, et sont semblables sur les deux faces des cotylédons.

Une coupe transversale de la base des cotylédons (à ce stade ils sont presque sessiles) montre deux masses réniformes, chacune à trois faisceaux libéro-ligneux disposés sur un arc de cercle à grande courbure, qui formeront les trois nervures principales.

Une coupe transversale pratiquée dans un des cotylédons fait voir douze assises de cellules; l'épiderme est à cellules régulières, allongées, la cuticule est sinuée; l'assise de cellules en palissade renferme des chloroleucites incolores; une assise de cellules arrondies, à ce niveau, correspond aux faisceaux des nervures. Le mésophylle offre de grandes cellules arrondies, séparées par des méats.

Si l'on gratte avec précautions la face inférieure du cotylédon, on voit le système vasculaire : il se compose de 3 nervures principales qui se ramifient; ces ramifications s'anastomosent et forment un réseau complet. Les vaisseaux ligneux sont spiralés.

En résumé, dans l'embryon d'une semence mûre : 1° le système vasculaire, peu développé à l'extrémité de la radicule, forme un ensemble compliqué dans les cotylédons; 2° dans ces graines sans albumen, à ce stade, l'embryon et surtout les cotylédons contiennent d'abondantes réserves.

Germination. — La germination dure au moins 22 jours. Le mésocarpe et l'endocarpe forment une enveloppe épaisse (7^{mm} environ à l'équateur; $1^{cm}1$ aux extrémités). Sur la face supérieure de la semence, on remarque deux sillons longitudinaux, parallèles aux bords, c'est par là que se fera la déhiscence. A l'extrémité opposée au pédoncule se trouve un petit canal de direction oblique par rapport à l'axe de l'embryon, obstrué par les deux funicules (au moment de la fécondation, l'ovaire contient deux ovules; l'un disparaît, son funicule seul subsiste). A mesure que la graine se développe, elle repousse son funicule qui se replie deux fois sur lui-même.

Au début de la germination, les tissus du micropyle se fendent et la radicule sort. Elle s'engage dans le canal ligneux et fait bientôt saillie hors de la graine. La partie supérieure de la radicule reste dans le canal; la portion inférieure de la tigelle vient buter contre les bords internes de ce canal; ne pouvant se développer en longueur, elle s'épaissit, la radicule se courbe et présente à sa partie inférieure, du côté de sa concavité, une saillie parenchymateuse très accentuée. La radicule, chez laquelle les poils absorbants apparaissent très tôt, fait un angle droit avec l'axe de l'embryon et un angle aigu avec sa portion inférieure engagée dans le canal ligneux. Pendant ce temps, l'enveloppe ligneuse s'entr'ouvre peu à peu, suivant les lignes signalées plus haut. La déhiscence commence au point où sort la radicule.

Dans d'autres cas, d'ailleurs rares, la radicule arrivée à la partie supérieure du canal, profitant de l'écartement des valves de la coque, se replie sur elle-même, suit un sillon creusé dans l'endocarpe et sort à 14^{mm} environ de la cicatrice du pédoncule.

Dans les deux cas, les cotylédons se développent et rejettent le tégument. Les amyloleucites élaborent de l'amidon. Les chloroleucites se colorent en vert; par l'écartement des deux valves les rayons lumineux pénètrent vers la plantule.

Pendant plusieurs jours, les valves séparées l'une de l'autre dans presque toute leur longueur restent attachées par les filaments du mésocarpe; puis les cotylédons se débarrassent de l'enveloppe ligneuse. La tigelle grandit et soulève les cotylédons (germination épigée) qui se déroulent. A ce moment, la radicule et la tigelle ont la disposition suivante : radicule verticale, puis horizontale pendant quelques millimètres, tigelle verticale. Leurs axes ne sont donc pas dans le prolongement l'un de l'autre. Au-dessus du collet pend l'éperon parenchymateux mentionné plus haut. De cette courbure de la jeune plante, résulte un coude que j'ai remarqué à la base de tous les jeunes *Terminalia Catappa* L. Il ne disparaît que la seconde année, alors que les formations secondaires ont pris un très grand développement.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce la mort d'Edouard STRASBURGER, l'illustre botaniste auquel on doit tant de découvertes de premier ordre sur la cytologie, le développement des Gymnospermes, la fécondation des Phanérogames, et sur tant d'autres sujets encore se rapportant aux questions les plus importantes de la Science des Végétaux. Edouard STRASBURGER, qui s'est éteint dans sa soixante-neuvième année, était Professeur de Botanique et Recteur de l'Université de Bonn.

⁂

M. René VIGUIER, Maître de conférences de Botanique coloniale à la Sorbonne, a dirigé, en avril-mai 1912, une excursion botanique en Tunisie, sous les auspices de la Résidence générale de Tunis. Un certain nombre d'élèves de la Faculté des Sciences de Paris ont pris part à cette excursion qui a duré pendant environ trois semaines, et ont pu explorer, à l'époque de l'année la plus favorable, la végétation méditerranéenne et la végétation désertique en parcourant la Tunisie du Nord au Sud.

⁂

La station de Biologie végétale de Mauroc, établie par l'Université de Poitiers, a été inaugurée officiellement le 30 mai 1912, par M. Guist'hau, Ministre de l'Instruction publique. Le domaine de Mauroc, où s'était déjà installé Noël Bernard pour ses travaux personnels, a été récemment organisé de façon à pouvoir servir à tous les travailleurs qui voudront y faire des recherches. Cette station de Biologie végétale est placée sous la direction de M. Maige, professeur de Botanique à l'Université de Poitiers, dont le nom est bien connu en Botanique par ses belles recherches sur la Morphologie expérimentale des plantes, sur la cytologie du pollen, la respiration, la Flore forestière de l'Algérie, etc.

Le Laboratoire se trouve au milieu de sites pittoresques, à une dizaine de kilomètres de Poitiers; des chambres y ont été aménagées pour les chercheurs qui viendront y séjourner. Un banquet a réuni à Mauroc, en dehors des représentants du département, de la Ville et de l’Université de Poitiers, les représentants de l’Enseignement botanique d’autres Universités de France. Paris était représenté par MM. Gaston Bonnier, Matruchot, Molliard, Dangeard, Viguier, Chauveaud; Bordeaux, par M. Sauvageau; Rennes, par M. Daniel; Clermont-Ferrand, par M. Dubard ; Caen, par M. Joyeux-Laffuie; M. Moureux, membre de l’Institut, Directeur de la *Revue scientifique*, était venu aussi assister à cette fête de la Science botanique. A la fin du banquet, de nombreuses allocutions ont été prononcées. Le Préfet de la Vienne, M. Causel, a souhaité la bienvenue au Ministre de l’Instruction Publique. M. Cavalier, Recteur de l’Académie de Poitiers, a dit qu’il espérait trouver auprès des Représentants du Gouvernement, et en particulier de M. Bayet, Directeur de l’Enseignement Supérieur et présent au banquet, tous les encouragements utiles à la réussite de la nouvelle Station. M. Garbe, dans un discours très spirituel et très applaudi, a fait appel aux autorités locales. MM. Péret, député, et Poulle, sénateur, ont apporté au Ministre le salut cordial des populations de la Vienne. M. Gaston Bonnier, délégué de l’Université de Paris, à parlé de la Biologie végétale, de son ancien élève M. Maige et de l’avenir de la nouvelle Station. Enfin, M. Guist’hau a fait l’éloge de l’Université de Poitiers et de sa féconde activité.

⁂

M. Louis Capitaine a soutenu avec succès, devant la Faculté des Sciences de Paris, une thèse de Doctorat sur l’*Etude des graines des Légumineuses, au point de vue de la Botanique systématique.*

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères. Le Gérant : Ch. Pieters

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Juillet 1912

N° 283

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1912

I. — GERMINATION, DÉVELOPPEMENT ET STRUCTURE ANATOMIQUE DE QUELQUES CISTINÉES, par **M. Raymond Gaume** 273

II. — DE L'INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR SUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉPINES DE L'*ULEX EUROPÆUS* L., par **M. A. Lothelier** 296

III. — ÉTUDE ANATOMIQUE DE QUELQUES ESPÈCES D'ASCLÉPIADÉES APHYLLES DE L'OUEST DE MADAGASCAR, par **M. G. Puech** 298

IV. — DE L'INFLUENCE DES ACIDES ORGANIQUES ET DU GLUCOSE SUR LA RESPIRATION DES GRAINES EN VOIE DE GONFLEMENT, par **M^lle^ G. Promsy** . . 313

V. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 319

GREZES. — Recherches sur la sucrase de l'*Aspergillus niger*.

VI. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 320

Cette livraison renferme quinze figures dans le texte

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

GERMINATION, DÉVELOPPEMENT ET STRUCTURE ANATOMIQUE DE QUELQUES CISTINÉES

par M. Raymond GAUME

Les Cistinées n'ont pas encore été étudiées, croyons-nous, au point de vue de leur germination et de leur développement. Les quelques renseignements, d'ailleurs succincts, que l'on puisse rencontrer, concernant la graine et l'embryon, se trouvent dans les ouvrages descriptifs. Les caractères tirés de la forme de l'ovule et de l'embryon ont été, en effet, utilisés par beaucoup d'auteurs de Flores pour la distinction des genres dans cette petite famille. Nous citerons seulement : Grenier et Godron (1), Cosson et Germain (2), Rouy et Foucaud (3).

Spach (4) dans son *Organographie des Cistacées*, donne quelques détails généraux sur la graine et l'embryon, mais ne fournit aucune description de la plantule.

Roche (5), dans les préliminaires de son *Anatomie comparée de la Feuille des Cistacées*, répète les faits signalés par Spach. Enfin Marcel Brandza (6) signale la graine de l'*Helianthemum guttatum*, comme ayant, contrairement à ce qui a généralement lieu, le tégument externe réduit à une pellicule mince, alors que le tégument interne est beaucoup plus développé. Cette observation peut s'étendre à toutes les Cistinées que nous avons étudiées.

---

(1) Grenier et Godron : *Flore de France*, (Tome I, p. 159, 1848).

(2) Cosson et Germain de Saint-Pierre : *Flore des environs de Paris*, 1861 (p. 134).

(3) Rouy et Foucaud : *Flore de France* (Tome II, p. 254).

(4) Spach : *Organographie des Cistacées.* (Ann. sc. nat. bot., 1836, 2ᵉ série, tome VI, p. 257 à 267.)

(5) Roche : *Anatomie comparée de la Feuille des Cistacées.* (Trav. du Lab. de Mat. médic. Ecole sup. de Pharm., Tome IV, 1906).

(6) M. Brandza : *Développement des téguments de la graine.* (Rev. gén. bot., 1891, Tome III, p. 71).

Nous nous sommes donc proposé, dans ce petit travail, d'étudier en détail la germination et le développement général d'un certain nombre de Cistinées indigènes, en insistant sur les caractères extérieurs de la plantule, dont nous examinerons ensuite l'anatomie.

Ce mémoire sera divisé en deux parties : la première traitera de la *Morphologie externe*; la seconde de la *Morphologie interne.*

Nous avons récolté nous-même les graines de toutes les espèces des environs de Paris, et devons à l'amabilité des Directeurs des Jardins botaniques de Montpellier et du Cap d'Antibes celles de nombreuses espèces méditerranéennes.

Nous avons effectué nos semis soit en terre, soit sur de la mousse humide ou du papier buvard.

Le présent travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau sous la bienveillante direction de M. le Professeur Gaston Bonnier, qui a bien voulu nous en proposer le sujet; qu'il nous soit permis de lui adresser ici, avec tous nos remerciements, le témoignage de notre bien vive reconnaissance.

MM. Molliard, Dufour et J. Friedel voudront bien recevoir aussi l'expression de notre profonde gratitude pour les précieux conseils qu'ils ont eu la bonté de nous donner.

CHAPITRE I

MORPHOLOGIE EXTERNE

1. — HELIANTHEMUM VULGARE Gœrtn.

La graine de l'*Helianthemum vulgare* est assez grosse, brune, trigone. Le tégument externe, réduit à une pellicule très mince et transparente, souvent ridée à l'état sec, porte de fines granulations irrégulièrement distribuées; il a la propriété de se gonfler énormément en présence de l'eau pour former une gelée transparente, puis un mucilage épais. L'embryon (Fig. 1, 1), qui occupe la partie centrale de la graine, est entouré d'un albumen très mince; il est courbé et l'extrémité de sa radicule est dirigée vers le micropyle.

A. — *Germination et Plantule*

Les graines de cet Hélianthème germent très facilement. Nous avons obtenu des plantules entièrement développées quatre ou cinq jours après le semis en terre. La radicule sort par une déchirure qui se produit au voisinage du micropyle; elle est d'abord droite, puis se courbe rapidement, entraînant à sa suite l'axe hypocotylé qui prend une teinte rouge vif.

On n'observe pas de poils absorbants; nous reviendrons sur cette particularité remarquable dans le chapitre consacré à l'anatomie. Une plantule de quelques jours a une longueur de trois à cinq centimètres (Fig. 1, 2). La radicule est généralement plus développée que l'axe hypocotylé, bien qu'il existe les plus grandes variations entre les dimensions respectives de ces deux parties de la plantule; elle est terminée par une petite coiffe à peine visible.

L'axe hypocotylé, épaissi à sa partie inférieure, est généralement plus ou moins coudé au voisinage de la radicule. Cet axe est coloré en rouge par l'anthocyane à sa partie supérieure, et porte des poils de deux sortes : les uns, les plus nombreux, sont unicellulaires, allongés, pointus, blancs, enfoncés par leur base dans l'épiderme et présentent une membrane épaissie; ils sont généralement isolés, rarement groupés par deux, et jouent un rôle de protection; les autres, beaucoup plus courts et bien moins abondants, possèdent un court pédicelle formé de deux ou trois cellules, supportant une grosse tête globuleuse : ce sont des poils glanduleux, le plus souvent inclinés vers l'épiderme. Les cotylédons sont ovales, arrondis, nettement pétiolés et munis de poils tecteurs sur leur pétiole et le pourtour de leur limbe.

B. — *Développement de la Plante*

Le développement s'effectue assez rapidement.

Dans une plante âgée de trois semaines environ, la radicule s'est amincie et porte déjà quelques radicelles; l'axe hypocotylé s'est allongé et a perdu complètement sa coloration rouge; les cotylédons se sont accrus, leurs pétioles se sont développés, et portent de nombreux poils; la gemmule a fourni une jeune tige sur laquelle on remarque une paire de feuilles opposées, pourvues de stipules, et alternant avec les cotylédons. Les entre-nœuds de la jeune tige se multiplient et s'allongent rapidement; les cotylédons, qui jouent le rôle de feuilles, persistent longtemps intacts; on les trouve encore bien développés lorsque la tige principale mesure déjà quelques centimètres et porte plusieurs paires de feuilles.

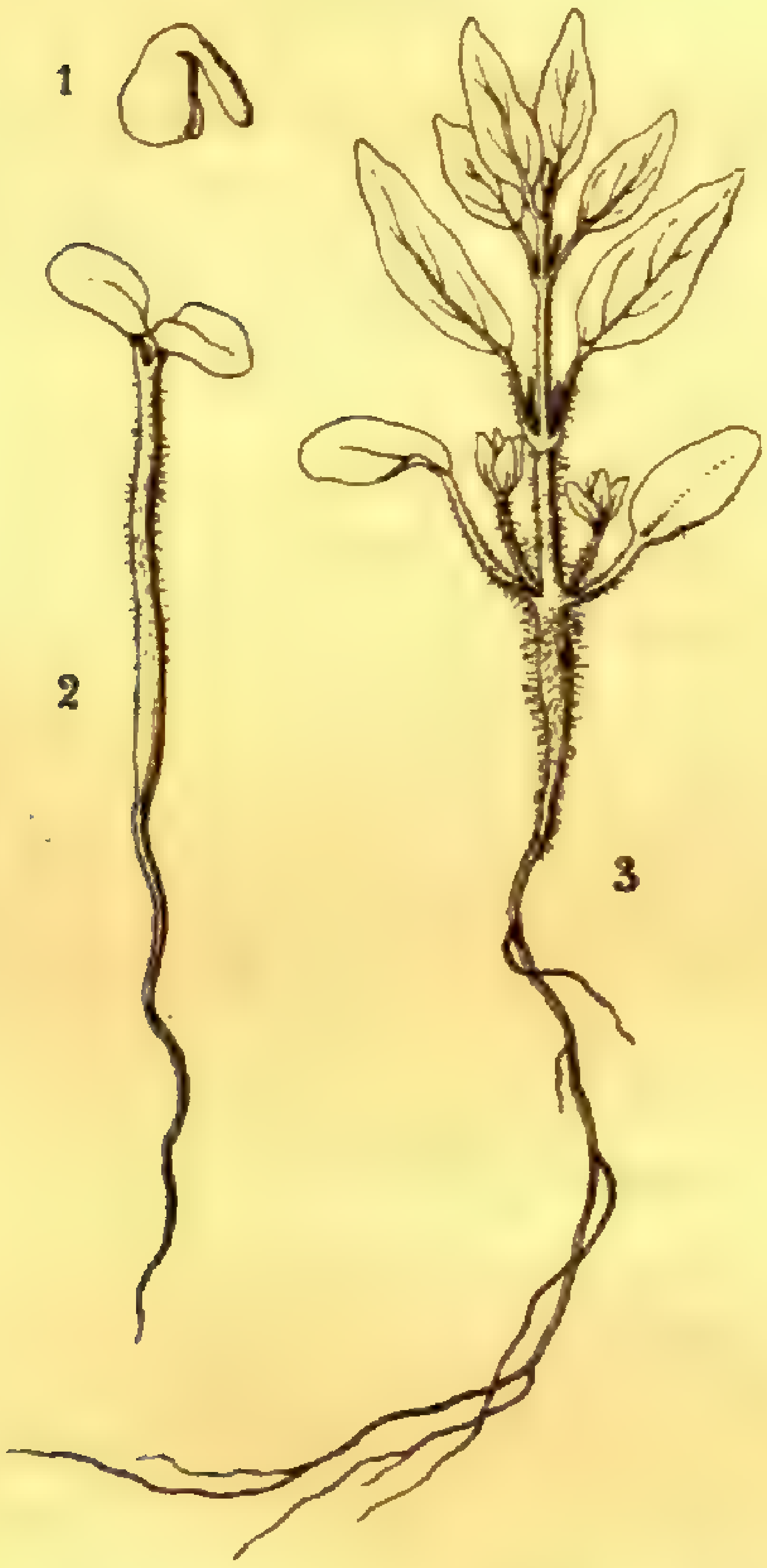


Fig. 1. — ***Helianthemun vulgare;* 1, embryon; 2, plantule de trois jours; 3, plantule de deux mois.**

La plante s'accroît par des rameaux opposés, nés de bourgeons situés à l'aisselle des cotylédons et des feuilles; ceux qui sont placés à la base des cotylédons apparaissent les premiers, au bout de deux mois généralement (Fig. 1, 3); puis viennent ensuite ceux des feuilles, suivant une marche de bas en haut.

La tige principale cesse rapidement de s'accroître; son extrémité se dessèche et meurt. Les rameaux latéraux des cotylédons et des premières paires de feuilles prennent au contraire un grand développement et s'étalent sur le sol. La croissance de ces rameaux de premier ordre n'est cependant pas illimitée, leur extrémité se détruit à son tour et de nouvelles ramifications, nées à l'aisselle de leurs feuilles, se développent alors. Le même phénomène se reproduit pour ces rameaux de deuxième ordre et ainsi de suite. On a finalement une plante très ramifiée et étalée sur le sol.

L'extrémité morte des différentes ramifications est très nettement visible sur une plante âgée.

Les fleurs apparaissent sur les rameaux latéraux, jamais sur la tige principale, depuis longtemps détruite au moment de la floraison (qui, en général, ne s'effectue pas la première année).

D'après le mode de développement que nous venons de décrire, la plante reste, abstraction faite, bien entendu, de son système radiculaire, entièrement aérienne. Il ne se forme pas de rhizome. Tout ceci a lieu lorsque la plante peut s'étaler librement sur le sol et qu'elle ne se trouve pas gênée dans son développement par la végétation avoisinante.

3

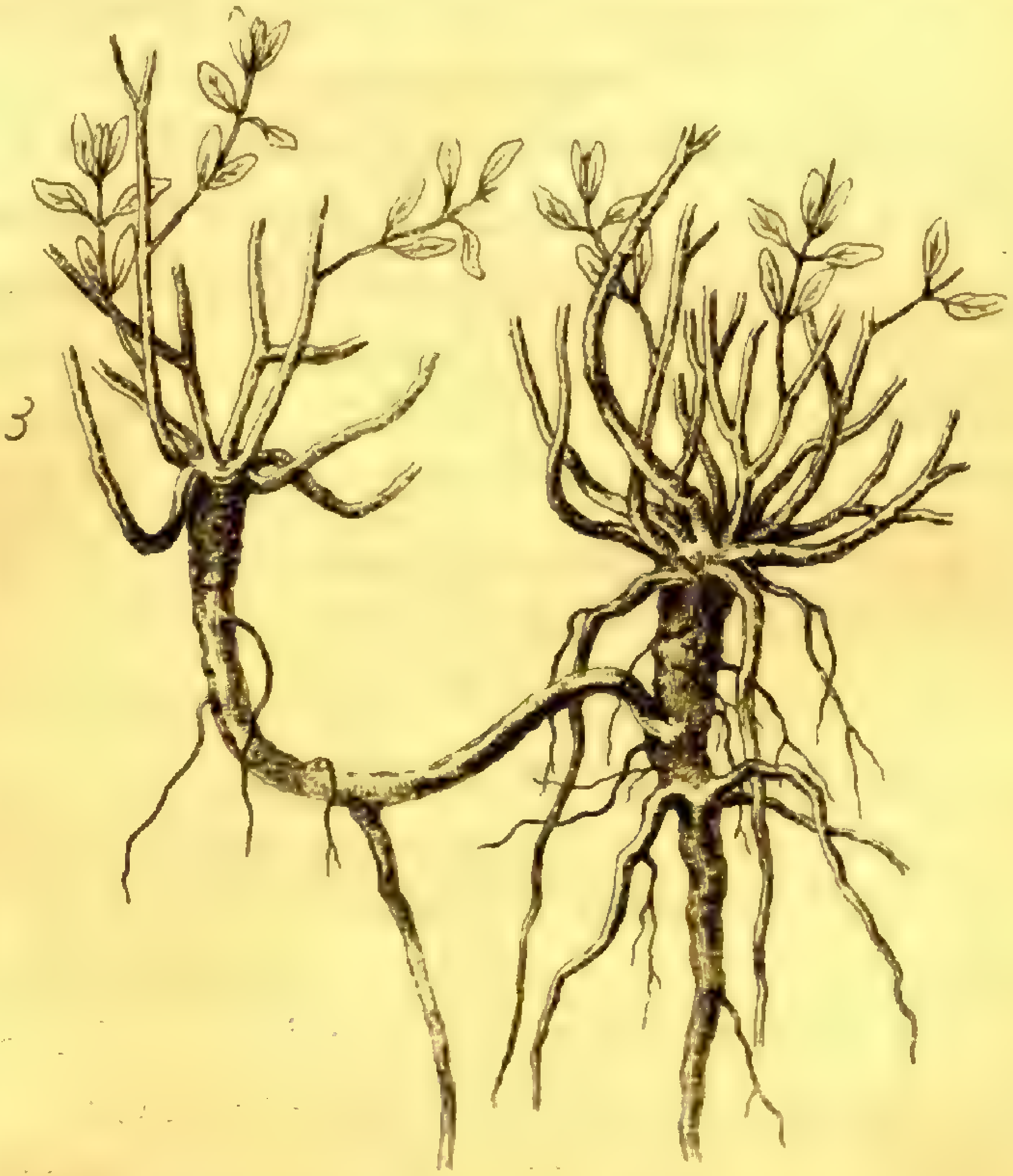


Fig. 2. — *Helianthemum vulgare.* Deux portions d'une plante âgée encore unies et destinées à s'individualiser. (A droite la partie souterraine n'est pas le pivot, mais un rhizome pourvu de racines adventives).

Mais, quand la plante est obligée de lutter contre une abondante végétation herbacée, et qu'en outre le sol est très meuble, très sableux par exemple, elle présente des particularités de développement qui méritent d'être signalées. Les rameaux de base se trouvent bientôt recouverts de terre; ils produisent alors, dans la région de leurs nœuds, des racines adventives et de nouveaux rameaux, qui sont également souterrains.

Les individus très âgés présentent ainsi des rhizomes très développés et ramifiés.

Lorsque la racine principale pivotante vient à disparaître, les racines adventives les plus développées (certaines mesurent jusqu'à dix centimètres de longueur), la remplacent, et, les rhizomes se fragmentant, on obtient plusieurs individus qui, nés d'un même pied, mèneront désormais une vie indépendante. (Fig. 2) C'est là un cas de multiplication par bouturage naturel, qui se produit lorsque le terrain est meuble, et que les rameaux, étouffés par une végétation abondante voisine, n'ont pas l'espace suffisant pour s'étaler librement sur le sol. Nous n'avons pas, en effet, observé cette formation de tiges souterraines dans les endroits pierreux et arides, où l'Hélianthème isolé a toute la place nécessaire à son extension.

Ce mode de développement des rhizomes ne se produit pas dans un sens unique, mais en rayonnant autour de la tige primitive. La fragmentation est tardive, car la racine principale persiste jusqu'à un âge très avancé. Disons, en passant, que la racine principale et les racines adventives ont, au point de vue anatomique, la même constitution; leur structure primaire, du type binaire, comprend deux arcs libériens latéraux et une lame vasculaire centrale formée par deux faisceaux de bois réunis au centre.

Le rhizome proprement dit diffère de la tige aérienne par la grande réduction de la moelle.

2. — HELIANTHEMUM POLIFOLIUM DC.

L'*Helianthemum polifolium* quant à la graine, l'embryon, la plantule et le développement est en tout semblable à l'espèce précédente; il n'en diffère que par l'absence de rhizome. Nous n'avons, en effet, jamais constaté la présence de tiges souterraines chez cette plante; cela tient peut-être à ce que, dans tous les cas observés, nous avons eu affaire à des individus se développant dans un sol calcaire et aride, station préférée de l'*Helianthemum polifolium*.

3. — HELIANTHEMUM CANUM Dun.

La graine est moins grosse et plus allongée que celle de l'*H. vulgare;* sa couleur est d'un brun-jaune clair, et sa surface parsemée de très petits tubercules. Il n'y a pas formation de mucilage.

L'embryon courbé offre cette particularité d'avoir les cotylédons repliés sur eux-mêmes extérieurement, ce qui lui donne à peu près la forme d'un S.

L'*Helianthemum canum* germe très facilement en terre au bout de quelques jours.

Une plantule d'une huitaine de jours mesure deux à trois centimètres. L'axe hypocotylé, coloré en rose, présente sur toute sa longueur de très longs poils tecteurs blancs, presque toujours isolés, rarement groupés par deux. Les poils glanduleux, peu abondants, sont terminés par une petite tête courte et peu renflée. On trouve déjà des poils sur l'axe hypocotylé au moment de sa sortie de la graine. Les cotylédons sont franchement oblongs, pétiolés, et garnis sur leurs bords de poils des deux sortes, mais courts et peu nombreux.

Le développement s'effectue comme chez l'*H. vulgare.* Les entre-nœuds sont cependant beaucoup plus courts et les ramifications dressées, ce qui donne à la plante un aspect plus ramassé.

Pas de rhizome.

4. — HELIANTHEMUM SALICIFOLIUM Pers.

La graine de cette espèce est petite, d'un jaune clair, rarement rose, et porte de petits tubercules blancs assez saillants et espacés.

L'embryon courbé est semblable à celui de l'*H. vulgare* dont il ne diffère que par sa taille moindre. On voit déjà l'ébauche des poils sur les cotylédons.

L'*Helianthemum salicifolium* germe avec une très grande facilité et très rapidement.

Mentionnons que deux des graines semées ont donné chacune une paire de plantules bien développées.

Une plantule de quelques jours a une longueur totale variant entre un et deux centimètres. L'axe est faiblement coloré par l'anthocyane et porte les deux sortes de poils décrits précédemment.

Les cotylédons sont ovales, arrondis, pétiolés et présentent cette particularité, qui n'existe pas dans les autres espèces étudiées, d'avoir leur face supérieure entièrement garnie de petits poils tecteurs blancs, leur donnant une teinte cendrée. Ces cotylédons, lorsqu'ils sont âgés, ont une forme presque orbiculaire avec un pétiole très développé.

Le développement de la plante ne présente rien de particulier. Chez cet Hélianthème, qui est annuel, la tige principale persiste et porte des fleurs; quelques rameaux florifères opposés naissent à l'aisselle des feuilles supérieures.

5. — Helianthemum guttatum Mill.

La graine de cette plante annuelle est excessivement petite, ténue, ovale, d'un jaune clair, portant des tubercules relativement gros, aplatis, d'un blanc brillant, disposés en lignes régulières.

L'embryon, courbé, est très petit.

L'*Helianthemum guttatum* germe avec la plus grande facilité et très rapidement. Vingt-quatre heures après le semis, la plantule est complètement débarrassée de l'enveloppe de la graine. Dans la nature, la germination se produit à l'automne; nous avons, en effet, observé, au mois de novembre, une quantité de jeunes plantules autour des individus desséchés.

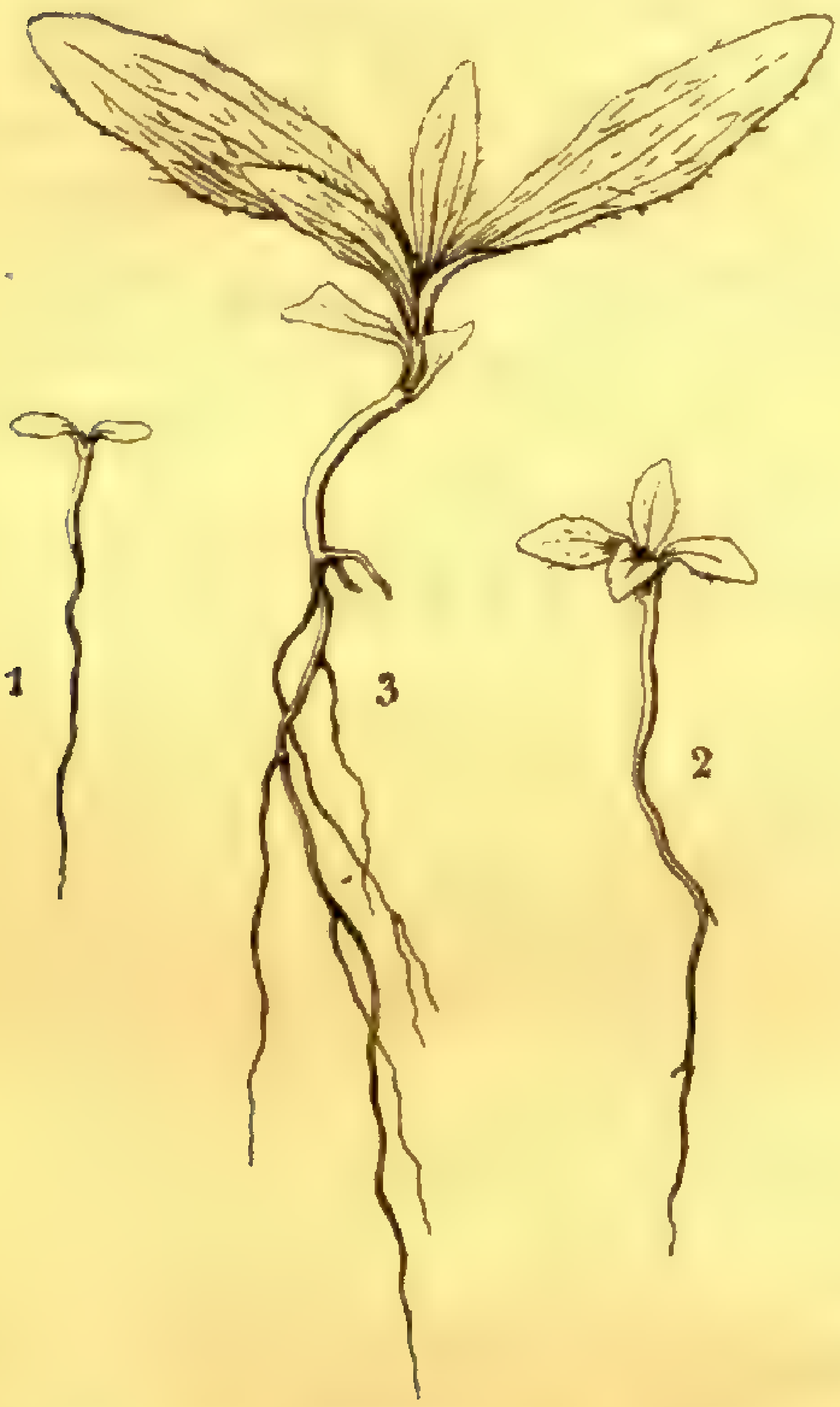


Fig. 3. — *Helianthemum guttatum.* 1. Plantule de deux jours; 2. Plantule de quinze jours; 3. Plantule de deux mois.

Une plantule de deux ou trois jours mesure de un demi à un centimètre (Fig. 3, 1). L'axe hypocotylé, peu développé, est complètement glabre, et ne présente pas d'anthocyane. Les cotylédons sont ovales oblongs, d'un vert clair, à limbe rétréci en pétiole et portant quelques rares poils courts et épais.

Au bout de quinze jours (Fig. 3, 2) la plantule présente un aspect différent; la jeune racine est devenue plus mince et a triplé de longueur; l'axe hypocotylé, au contraire, s'est à peine accru; on y observe alors de l'anthocyane ainsi qu'à la base des cotylédons. Ceux-ci se sont étalés, et s'épanouissent presque au ras du sol. Les deux premières feuilles sont déjà bien développées et très rapprochées des cotylédons avec lesquels elles alternent.

Les entre-nœuds de la jeune tige étant presque nuls, les paires de feuilles successives se développent très près les unes des autres et forment une rosette. La plante ne se développe pas davantage à l'automne; durant tout l'hiver, elle ne présente que cette rosette de feuilles (Fig. 3, 3).

Au printemps, une tige à entre-nœuds allongés se développe au centre de la rosette et se ramifie. Cette tige et ses ramifications portent les fleurs. Dans certains cas, il y a des rosettes latérales provenant de courts rameaux nés à l'aisselle des premières feuilles de la rosette primitive.

6. — CISTUS UMBELLATUS L.

Nous préférons, à l'exemple de certains auteurs, ranger ici cette plante dans le genre *Cistus*, plutôt que dans le genre *Helianthemum* comme l'a fait Miller, parce que, comme nous allons le voir, elle présente, au point de vue de son embryon et de sa plantule tous les caractères d'un Ciste.

La graine du *Cistus umbellatus* est grosse, brune, plus ou moins trigone, et hérissée de gros tubercules blanchâtres, coniques et très proéminents. L'embryon, assez volumineux, est nettement enroulé en spirale, et non pas simplement courbé comme dans le genre *Helianthemum*.

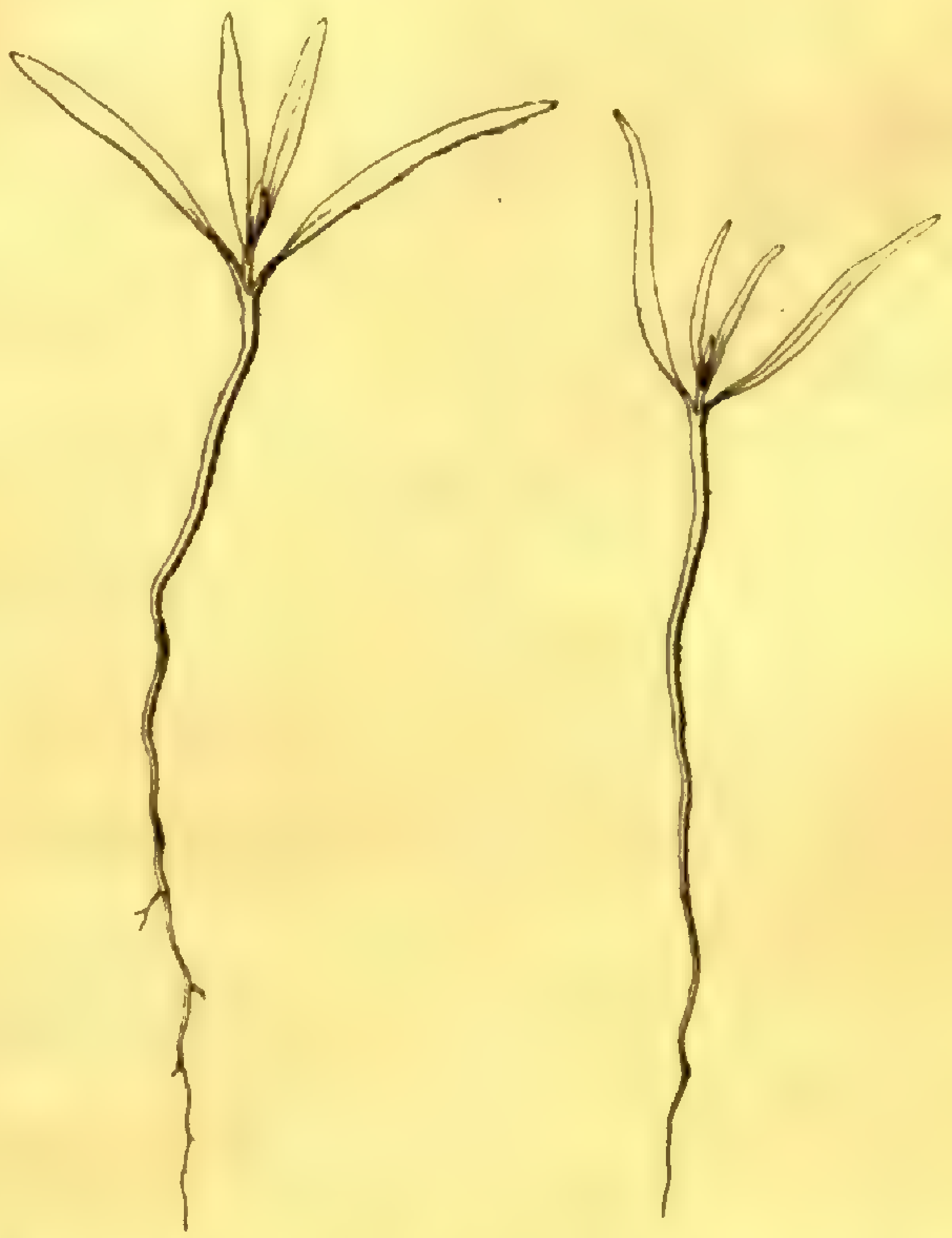


Fig. 4. — A gauche, *Cistus umbellatus* plantule d'un mois; à droite, *Fumana vulgaris*, plantule de trois semaines.

Le *Cistus umbellatus*, contrairement à ce que nous verrons plus loin pour les autres espèces du même genre, a germé difficilement. Nous n'avons pu obtenir qu'une douzaine de plantules sur plusieurs centaines de graines semées. Beaucoup de ces graines, quoique paraissant normales, contenaient des embryons atrophiés, bien qu'elles aient été récoltées l'année même dans la forêt de Fontainebleau, où la plante paraît prospérer et se bien propager. Il est possible que ce fait soit purement accidentel, et dû à la grande sécheresse de l'été.

Une plantule de huit à quinze jours mesure de deux à quatre centimètres. L'axe hypocotylé, coloré en rouge intense, est glabre.

Les cotylédons sont sessiles, très étroits, allongés, et portent de très rares poils tecteurs.

La plantule est absolument celle du *Cistus monspeliensis*, que nous décrivons plus loin; elle n'en diffère que par l'absence de poils sur l'axe hypocotylé, et l'étroitesse plus accentuée des cotylédons (Fig. 4, à gauche).

La tige principale persiste assez longtemps, alors que les rameaux latéraux sont déjà bien développés.

La racine principale pivotante est très développée et porte des racines secondaires grosses et nombreuses.

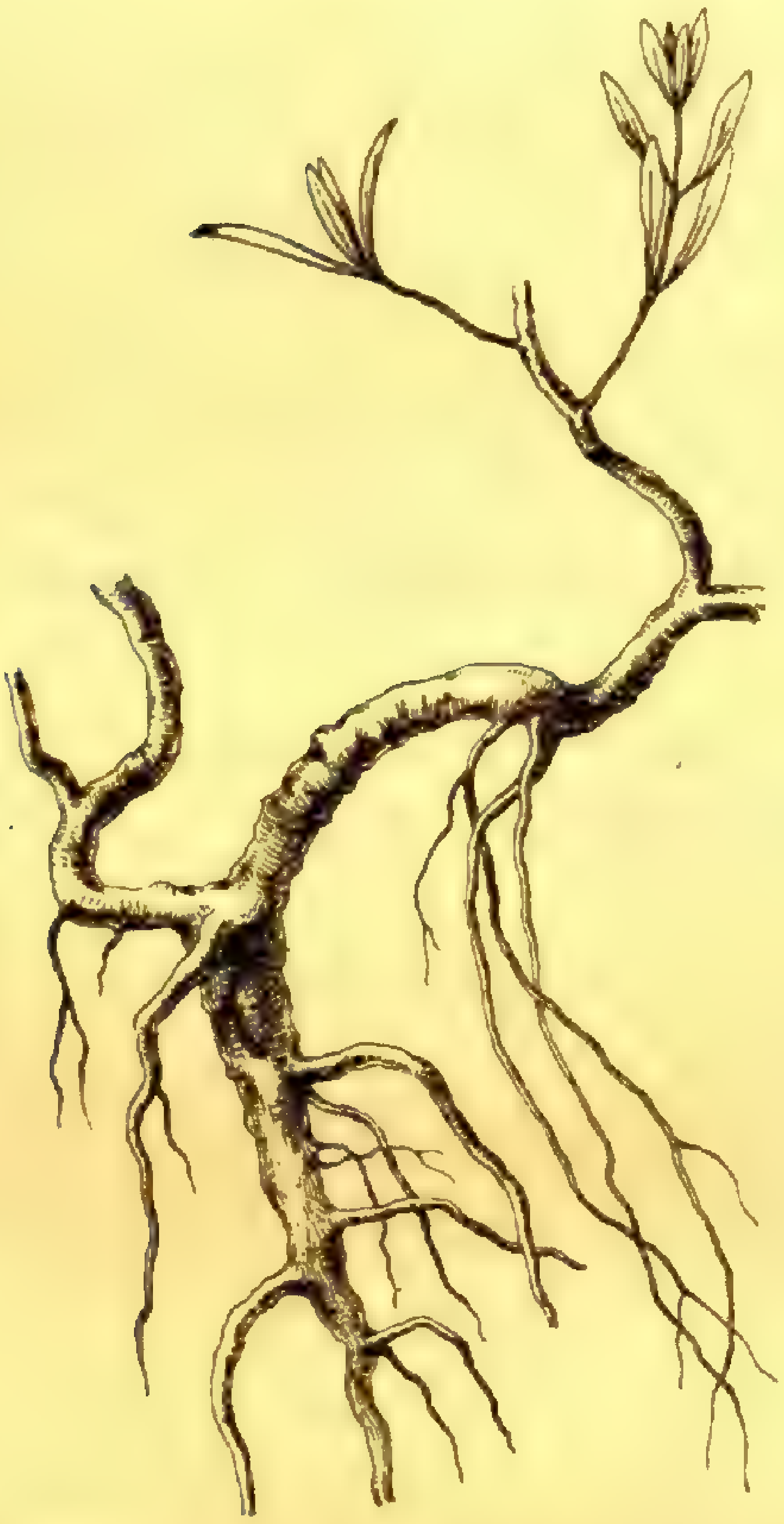


Fig. 5.— *Cistus umbellatus*. Plante âgée présentant des tiges souterraines avec racines adventives très développées.

On trouve dans cette espèce, chez les vieux individus, des tiges souterraines très fortes et ramifiées, formées par les rameaux de base qui s'enterrent en produisant, au niveau des nœuds, des racines adventives extrêmement nombreuses et développées (Fig. 5). Certaines de ces racines ont jusqu'à vingt centimètres de longueur, et se ramifient abondamment; leur plus fort diamètre, chez les individus très âgés, peut dépasser un centimètre.

Il y a, comme chez l'*Helianthemum vulgare*, multiplication par fragmentation du rhizome.

Au point de vue de leur anatomie, les racines adventives du *Cistus umbellatus* présentent, comme celles de l'*Helianthemum vulgare*, une structure primaire du type binaire.

7. — CISTUS MONSPELIENSIS L.

La graine est assez grosse et d'un brun noirâtre. Le tégument externe, très distinct, est représenté par une mince pellicule brun clair, fortement ridée et légèrement tuberculeuse. L'embryon est assez volumineux et enroulé en spirale (Fig. 6, 1); la radicule est dirigée du côté du micropyle.

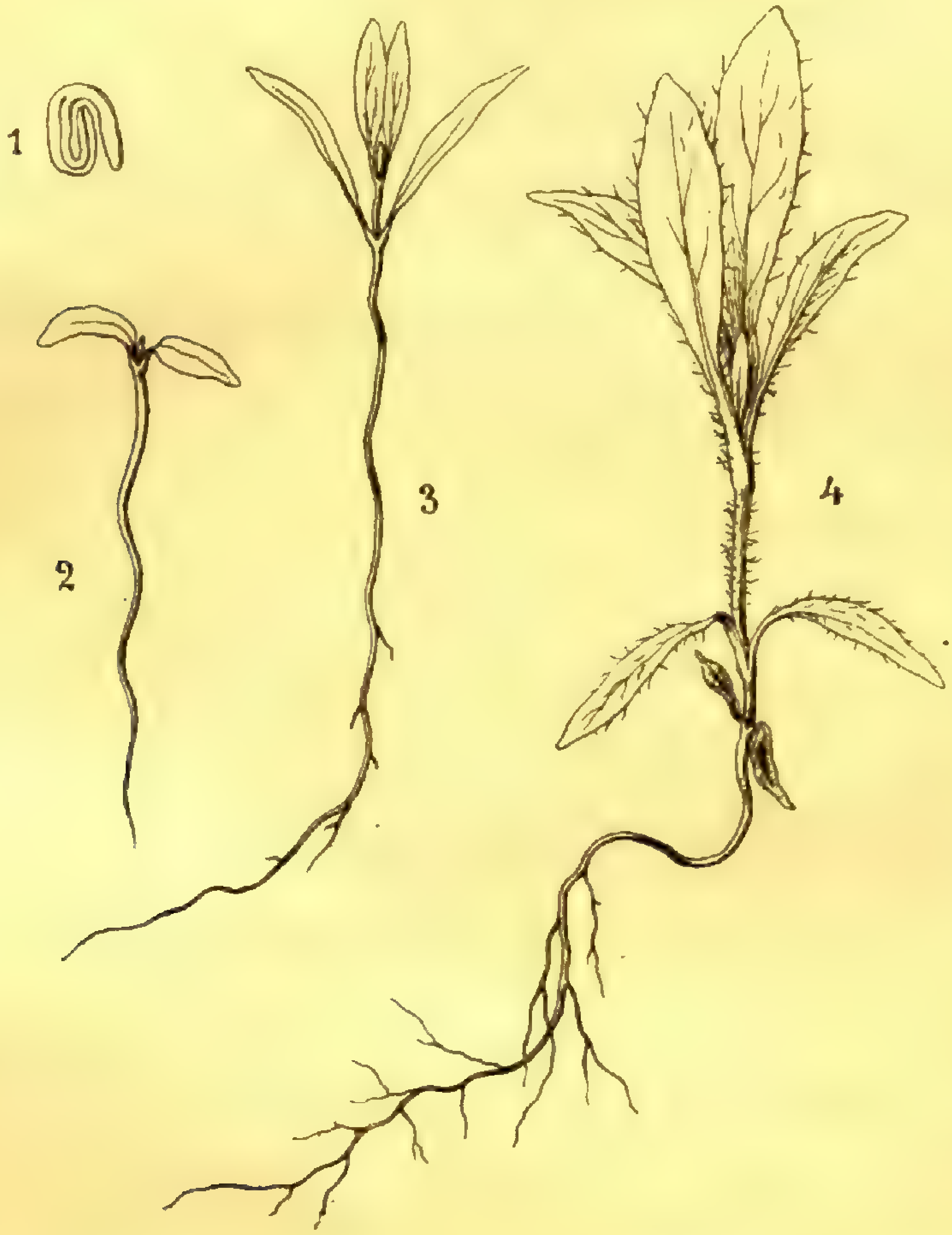


Fig. 6. — *Cistus monspeliensis;* 1, embryon; 2, plantule d'une semaine; 3, plantule de trois semaines; 4, plantule de deux mois.

Le *Cistus monspeliensis* germe très facilement, au bout de quatre à huit jours en moyenne.

Une plantule d'une semaine mesure de trois à cinq centimètres (Fig. 6, 2). La radicule, assez mince, se termine par une petite coiffe peu visible. L'axe hypocotylé est assez allongé, coloré en rouge corail ainsi que la face externe des cotylédons au moment où ils sortent de la graine, et les premiers jours qui suivent la germination.

On trouve sur l'axe hypocotylé de nombreux poils tecteurs, qui sont presque tous réunis par deux (Fig. 7; ces poils sont trop courts pour pouvoir être représentés sur la fig. 6). Les cotylédons sont allongés, linéaires, d'un vert foncé, à limbe rétréci en pétiole à la base; ils portent à leur point d'insertion sur l'axe quelques poils tecteurs et aussi des poils glanduleux pluricellulaires terminés en tête arrondie.

Une plantule de *Cistus monspeliensis* a présenté trois cotylédons.

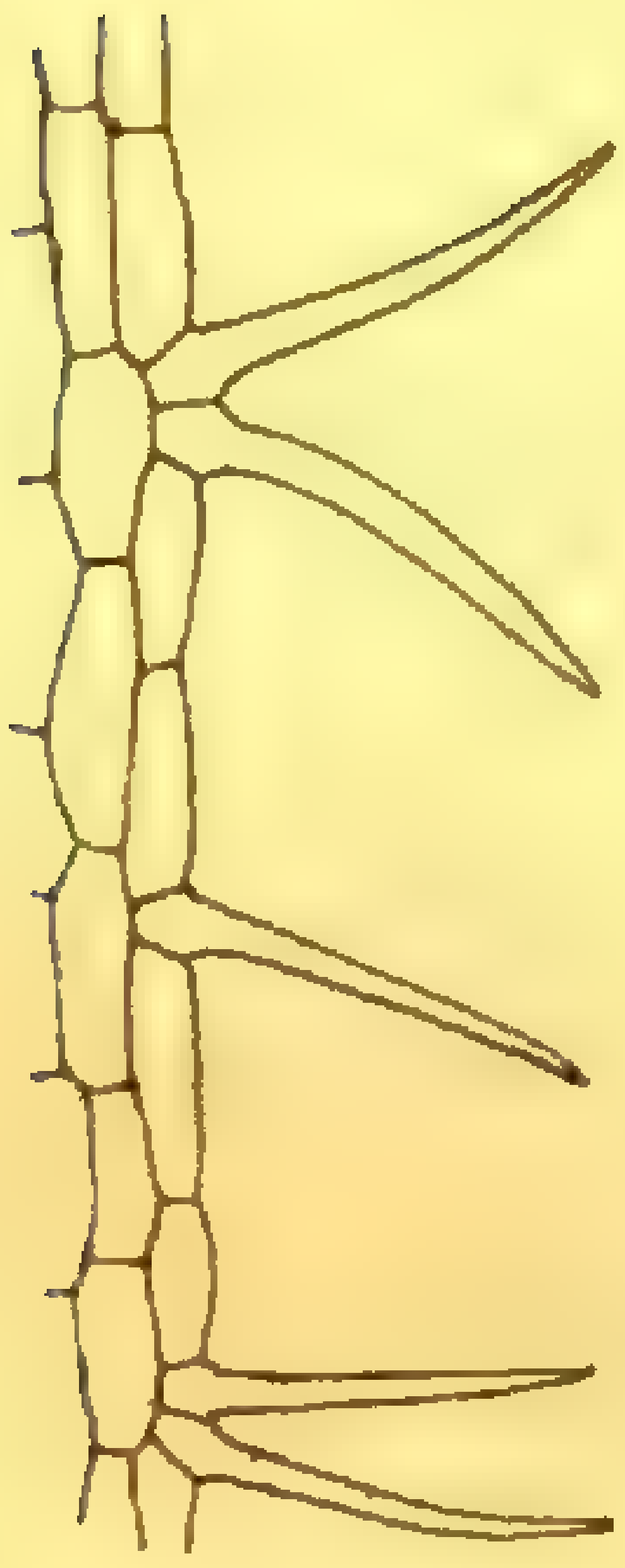


Fig. 7. — *Cistus monspeliensis*; épiderme et poils de l'axe hypocotylé.

Le *Cistus monspeliensis* s'accroît assez rapidement (Fig. 6, 3); sa tige principale persiste longtemps et prend un grand développement. Le plus souvent les rameaux latéraux n'apparaissent pas la première année (Fig. 6, 4). Nous avons observé, sur le littoral méditerranéen, au début du mois de mai, autour des pieds âgés, de nombreux jeunes Cistes, de cinq à vingt centimètres, qui ne possédaient que leur tige principale. Nous avons également fait la même remarque pour des échantillons provenant de semis effectués à Paris et à Fontainebleau. La plante ne fleurit pas les premières années et les fleurs ne sont pas portées par la tige principale.

Les premiers rameaux se forment à une assez grande distance du sol, les bourgeons nés à l'aisselle des feuilles de la base avortant le plus souvent; la direction de ces ramifications est presque parallèle à celle de la tige principale, en sorte que la plante est dressée.

Chez les vieux individus, la tige principale a disparu, remplacée par les rameaux latéraux qui ont pris un grand développement et se sont ramifiés à leur tour.

La racine principale pivotante porte des racines secondaires très développées; elle prend un grand accroissement et persiste pendant toute la durée de la plante.

Il n'y a pas de tiges souterraines.

Nous signalerons en passant que les feuilles des jeunes Cistes de Montpellier, nés de semis faits à Paris et à Fontainebleau, présentaient, quant à l'aspect extérieur, beaucoup de différences avec celles des individus du même âge recueillis dans l'Esterel. Le limbe des premiers était bien plus élargi et plus mince, à bords moins enroulés, à poils glanduleux et tecteurs beaucoup moins abondants, d'une coloration plus claire que celui des échantillons méditerranéens.

Cette observation, faite par Russell (1) pour l'*Helianthemum vulgare*, s'applique aussi à d'autres espèces de Cistes cultivées dans les mêmes conditions. C'est là encore un exemple de l'adaptation au climat.

Nous ne nous attarderons pas à décrire les graines et les plantules des autres espèces du genre *Cistus* que nous avons étudiées, celles-ci présentant, à peu de chose près, tous les caractères du *Cistus monspeliensis*.

Les espèces suivantes sont en tout semblables à la précédente:

Cistus incanus L.
Cistus creticus L.
Cistus hirsutus Lamk.
Cistus heterophyllus Desf.
Cistus salvifolius L.
Cistus villosus L.
Cistus crispus L.
Cistus albidus L.

Nous signalerons simplement, comme présentant de légères différences, le *Cistus laurifolius* L., dont l'axe hypocotylé et les cotylédons sont complètement glabres, et le *Cistus ladaniferus* L., qui présente une plantule complètement glabre et plus petite que chez les autres espèces (un à deux centimètres).

8. — Fumana vulgaris Spach.

La graine du *Fumana vulgaris* est sensiblement plus grosse que celles des Cistes et des Hélianthèmes; sa coloration varie entre le noir et le gris; elle est lisse, luisante, nettement trigone et pourvue d'un raphé très apparent, caractéristique du genre. Le tégument externe se gonfle beaucoup et rapidement au contact de l'eau et se transforme en gelée, comme l'a du reste signalé Roche (2).

---

(1) Russell : *Influence du Climat méditerranéen.* (Ann. sc. nat., 1895, série 8, Tome I, p. 345).

(2) Roche : loc. cit.

Chez ce *Fumana* les fruits se détachent et tombent à terre au moment de l'ouverture des valves, à l'intérieur desquelles les graines restent longtemps fixées.

L'embryon volumineux est enroulé ou courbé en crochet.

Le *Fumana* germe facilement, au bout d'une semaine.

Une plantule de trois semaines mesure de huit à dix centimètres et plus de longueur (Fig. 4, à droite). La radicule assez allongée, se termine par une coiffe bien visible

L'axe hypocotylé, très allongé, est coloré en rouge vif. Les cotylédons sont allongés, linéaires, à limbe rétréci en pétiole.

La plantule a beaucoup de ressemblance avec celle d'un Ciste, avec cette différence qu'elle est sensiblement plus grande et robuste, et que son axe hypocotylé ne porte que des poils glanduleux courbés, nombreux, dont la cellule terminale n'est pas renflée en tête.

Le développement est le même que celui de l'*Helianthemum vulgare*. La tige principale se détruit rapidement et les rameaux latéraux s'étalent sur le sol.

Les premières feuilles sont opposées, les autres éparses ; il s'ensuit une disposition identique pour les ramifications.

Les jeunes rameaux ont leurs feuilles arrondies, très rapprochées les unes des autres, constituant des rosettes. Plus tard, les entrenœuds s'allongent, les feuilles sont écartées, et en outre elles acquièrent une forme beaucoup plus allongée.

Le pivot principal persiste.

Pas de tiges souterraines.

CHAPITRE II

MORPHOLOGIE INTERNE

La structure anatomique de la plantule, chez toutes les Cistinées que nous avons étudiées, présente une grande homogénéité ; c'est pourquoi nous réunirons en un seul chapitre les traits principaux qui la caractérisent. Nous prendrons comme exemple le *Fumana vulgaris* qui se prête mieux à l'examen par les dimensions plus grandes de sa plantule.

RADICULE

Si nous examinons une radicule au moment où elle sort de l'enveloppe de la graine, nous remarquerons qu'elle ne présente pas trace de poils absorbants, même si elle s'est développée dans un milieu saturé de vapeur d'eau. Nous n'avons, en effet, même au microscope, jamais constaté la présence de poils absorbants, chez aucune espèce des trois genres étudiés, à aucun moment de la germination. Ce fait est assez rare pour qu'il mérite d'être signalé.

La coiffe, petite et jaunâtre, est assez visible.

En faisant une coupe transversale de cette radicule très jeune (Fig. 8), nous voyons une assise externe formée de petites cellules arrondies, irrégulières, peu cohérentes entre elles, à parois peu épaisses et dont pas une ne se prolonge en poil absorbant. Cette assise est très fugace et s'exfolie rapidement. Il est probable que l'absorption de l'eau se fait par osmose, directement à travers les membranes. Immédiatement sous cette assise se trouve l'assise subéreuse constituée par des cellules étroites, allongées radialement et à parois très minces surtout les latérales.

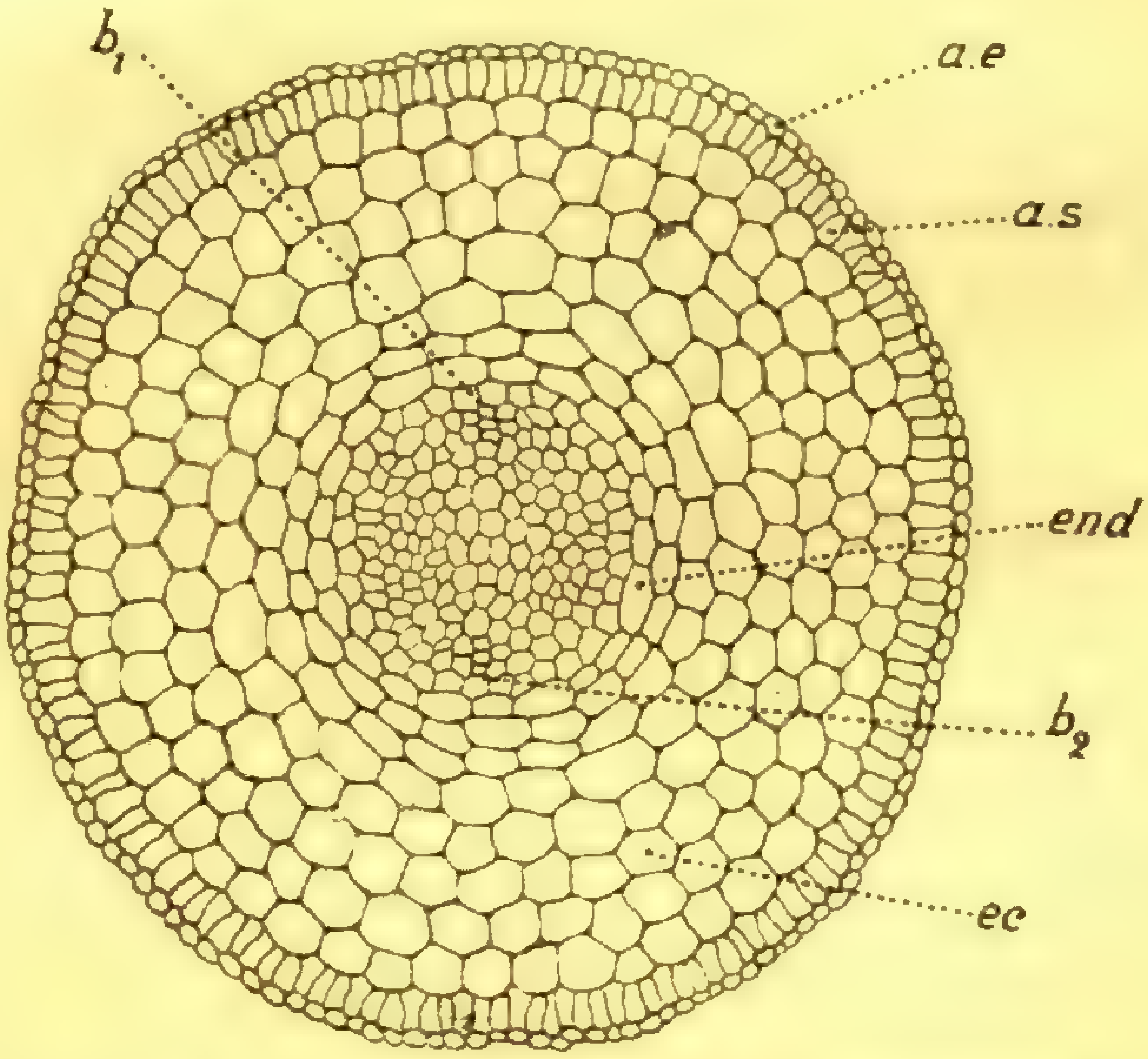


Fig. 8. — *Fumana vulgaris.* Coupe transversale d'une très jeune radicule; *ae*, assise externe de l'écorce; *as*, assise subéreuse; *ec*, écorce; *end*, endoderme; b_1-b_2, premiers vaisseaux du bois.

Les assises corticales sous-jacentes, généralement au nombre de six, ont leurs cellules arrondies. Celles de ces assises, les plus rapprochées de l'endoderme, sont formées d'éléments surbaissés, plus régulièrement disposés. L'endoderme bien distinct est constitué par une assise de cellules régulières.

Le péricycle comprend une rangée de petites cellules polyédriques.

Dans cette radicule encore très jeune, on distingue à peine, contre la face interne du péricycle, l'ébauche des deux faisceaux du bois, représentés par quelques vaisseaux non encore lignifiés.

Le liber est encore peu visible. Tout le reste du cylindre central est occupé par un parenchyme homogène formé de nombreuses petites cellules polyédriques.

Si nous nous adressons maintenant à la radicule d'une plantule âgée de huit jours, dont les cotylédons sont déjà étalés, nous aurons, en coupe, une structure binaire typique ; c'est-à-dire, un cylindre central avec deux arcs libériens situés de part et d'autre d'une lame vasculaire centrale formée de deux faisceaux ligneux réunis par leur base. La lame de bois est généralement formée d'une seule file de vaisseaux.

Enfin, chez une plantule de trois semaines à un mois, dont la radicule possède déjà quelques radicelles, on remarquera des formations secondaires très développées, représentées par des vaisseaux de bois nombreux, situés de part et d'autre de la lame centrale primaire, qui se distingue nettement par sa teinte plus foncée. Les deux arcs de liber se sont réunis à leurs extrémités pour former un anneau complet.

AXE HYPOCOTYLÉ

L'axe hypocotylé, dont la limite inférieure est déterminée par l'étranglement qui se produit à l'endroit où l'assise subéreuse souterraine est remplacée par l'assise épidermique aérienne, présente, jusqu'à quatre millimètres environ du point d'insertion des cotylédons, une structure semblable à celle de la radicule. La seule différence consiste en ce que nous avons un épiderme formé d'une assise de grandes cellules assez régulières, dont la paroi antérieure est fortement cutinisée, au lieu d'une assise subéreuse.

Si nous examinons une très jeune plantule, nous voyons, à quatre millimètres environ au-dessous du point d'insertion des cotylédons, les deux faisceaux ligneux, accolés par leur base, se séparer par suite de l'apparition des premières cellules de la moelle.

Nous avons alors, non plus une lame centrale de bois flanquée de deux arcs libériens, mais deux faisceaux ligneux distincts alternant avec ces deux arcs. Les vaisseaux des deux groupes de bois sont plus nombreux et ramassés (Fig. 9).

Au fur et à mesure que nous remontons vers les cotylédons, nous voyons les cellules médullaires se multiplier en repoussant de plus en plus le bois à la périphérie du cylindre central. Les deux arcs libériens, très développés, restent longtemps dans le même état ; ce n'est seulement qu'à un millimètre environ du point d'insertion des cotylédons qu'ils se séparent chacun par le milieu en deux demi-arcs égaux qui vont se placer l'un à droite et l'autre à gauche de chaque côté du faisceau ligneux. En ce point on a donc, se rendant dans chacun des cotylédons, un faisceau de bois flanqué de deux demi-arcs de liber provenant de la bipartition des arcs sous-jacents. On voit donc que le système vasculaire passe en entier dans les cotylédons où il se poursuit assez loin sans modifier sa structure générale.

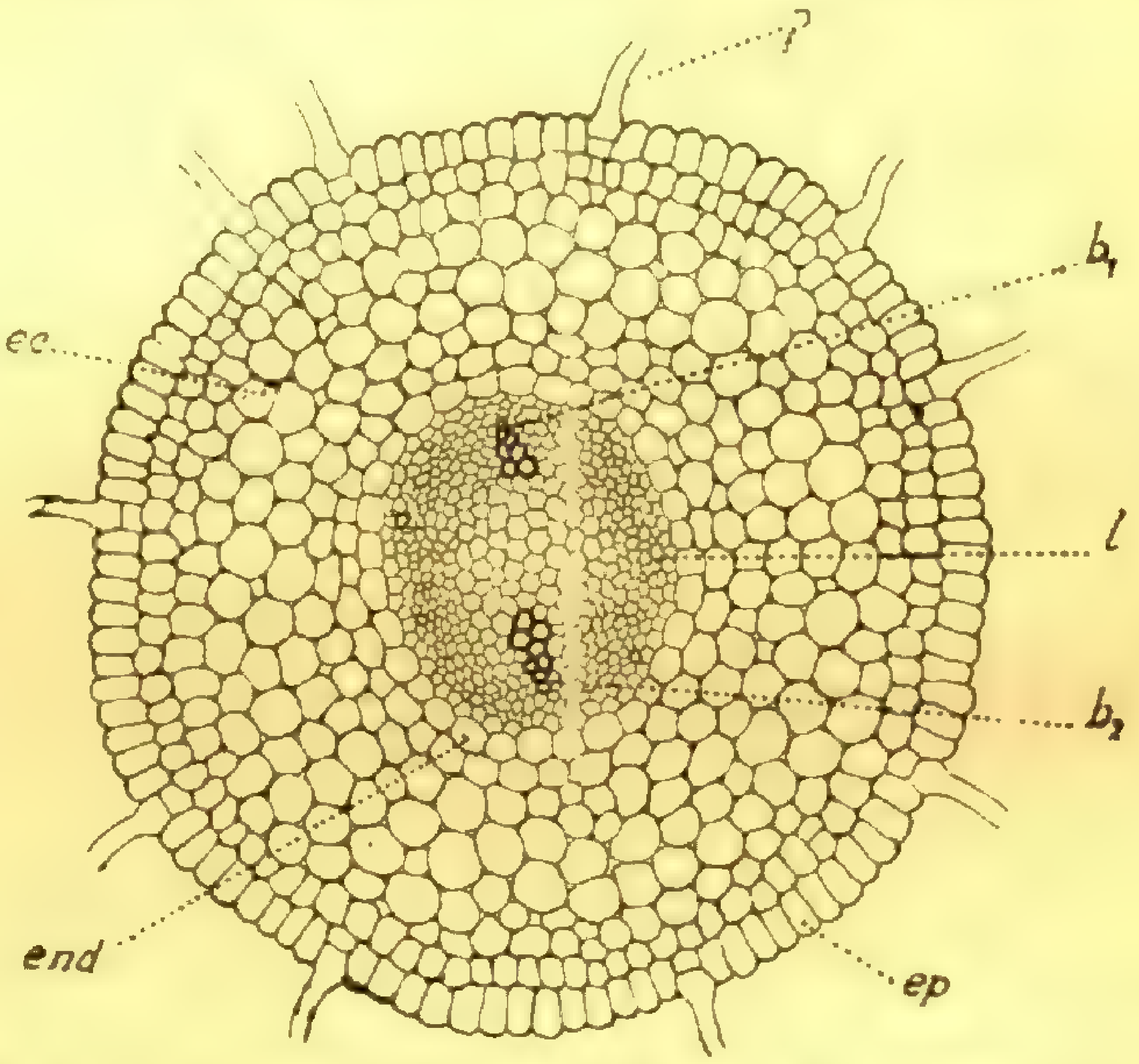


Fig. 9. — *Fumana vulgaris*. Coupe transversale de l'axe hypocotylé d'une très jeune plantule (faite à 4 mm. en dessous du point d'insertion des cotylédons); *p*, poils secréteurs; *ep*, épiderme; *ec*, écorce; *end*, endoderme; *l*, liber; b_1-b_2, bois primaire.

Cette distribution des éléments du cylindre central ne s'observe guère que tout à fait au début. En effet, très rapidement, apparaissent à droite et à gauche des premiers vaisseaux du bois disposés en file radiale, de nouveaux vaisseaux qui sont, tantôt isolés au milieu du tissu médullaire, tantôt par îlots de trois ou quatre, tantôt enfin réunis aux faisceaux primitifs, dont ils forment des ramifications divergentes (Fig. 10). Ces nouveaux vaisseaux ont tendance à s'opposer au liber de l'extrémité des arcs et finissent même par s'y opposer presque complètement au fur et à mesure que nous remontons vers le point d'insertion des cotylédons, par suite du développement de plus en plus grand de la moelle qui les repousse vers l'extérieur.

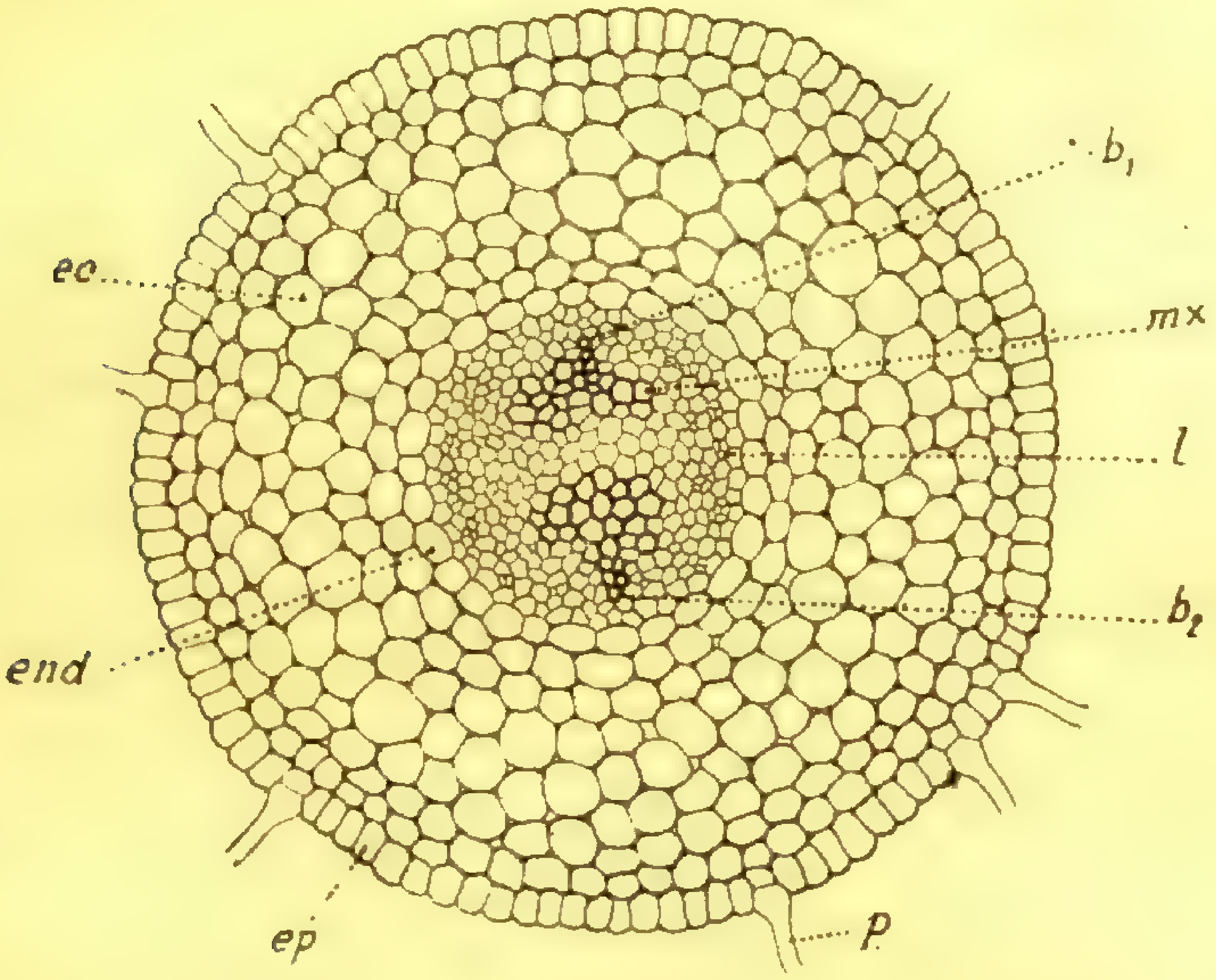


Fig. 10. — *Fumana vulgaris.* Coupe transversale de l'axe hypocotylé d'une plantule âgée de huit jours (faite à 4 mm. en dessous du point d'insertion des cotylédons) *p.*, poils secréteurs; *ep.*, épiderme; *ec.*, écorce; *end.*, endoderme; *l.*, liber; b_1-b_2, bois primaire; *mx.*, métaxylème ou bois intermédiaire.

Au point de l'axe hypocotylé où s'insèrent les cotylédons, nous avons donc, à ce stade, trois groupes de vaisseaux du bois : un groupe central primitif, alternant avec les deux demi-arcs libériens situés à droite et à gauche de lui; puis deux groupes latéraux, de formation postérieure, situés de chaque côté du groupe central et presque opposés au liber.

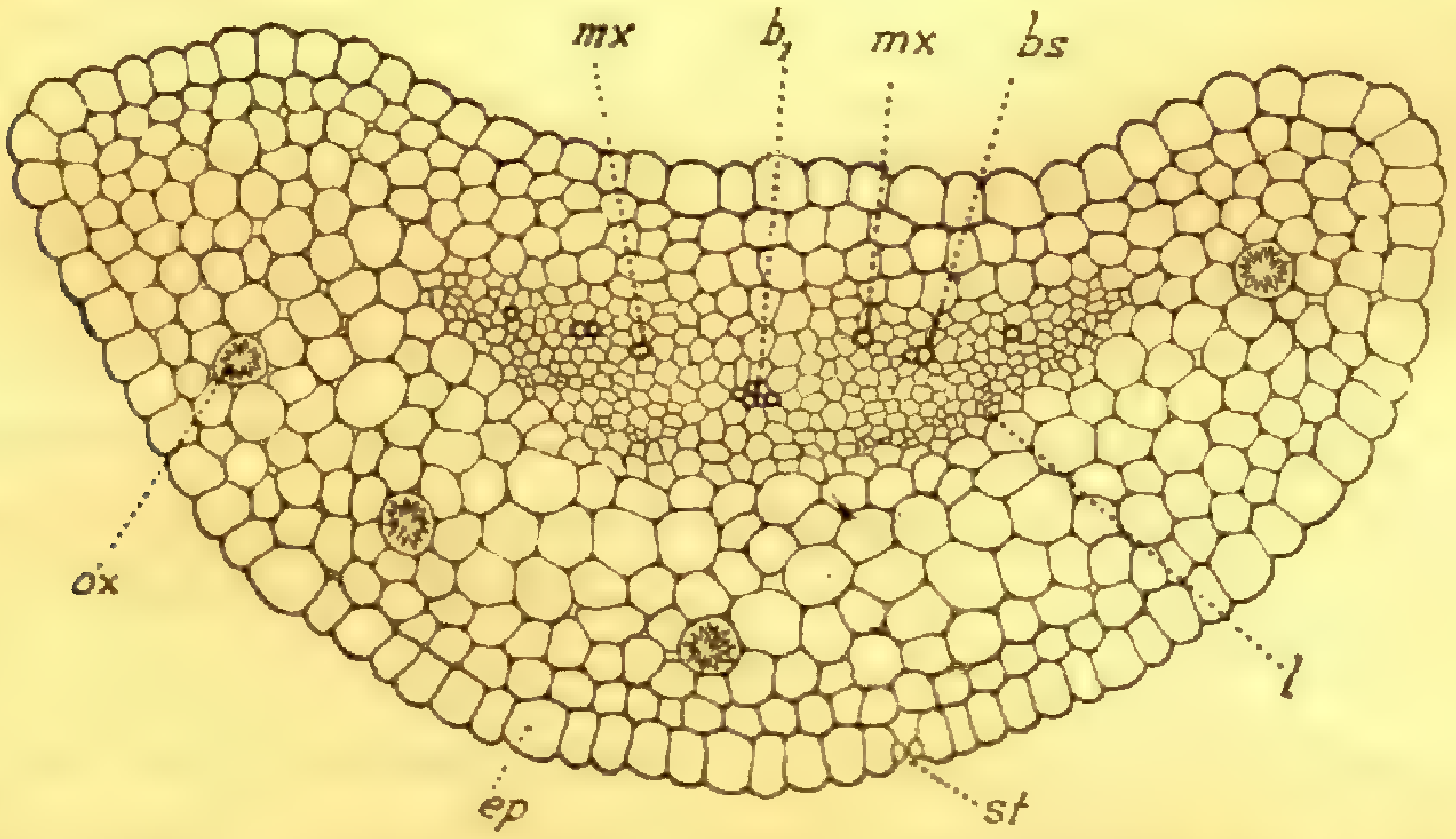


Fig. 11. — *Fumana vulgaris.* Coupe d'un cotylédon à son point d'insertion sur l'axe hypocotylé; *ep.*, épiderme; *st.*, stomate; *ox.*, cristaux d'oxalate de chaux; *l.*, liber; b_1, bois primaire; *mx* et *bs*, métaxylème ou bois intermédiaire.

On a donc, se rendant dans chaque cotylédon, deux faisceaux libéro-ligneux séparés par une lame de bois primitive qui s'aplatit déjà, et dont les vaisseaux écrasés persistent longtemps, témoins de la structure première (Fig. 11).

Une telle disposition se poursuit à la base des cotylédons et jusqu'à une certaine distance dans la nervure médiane. Par suite du rétrécissement de toutes les parties, les deux demi-arcs libériens finissent par se réunir suivant la ligne médiane, refoulant à leur intérieur la lame de bois primitive qui les séparait; il n'existe plus alors qu'un arc libéro-ligneux à bois opposé au liber.

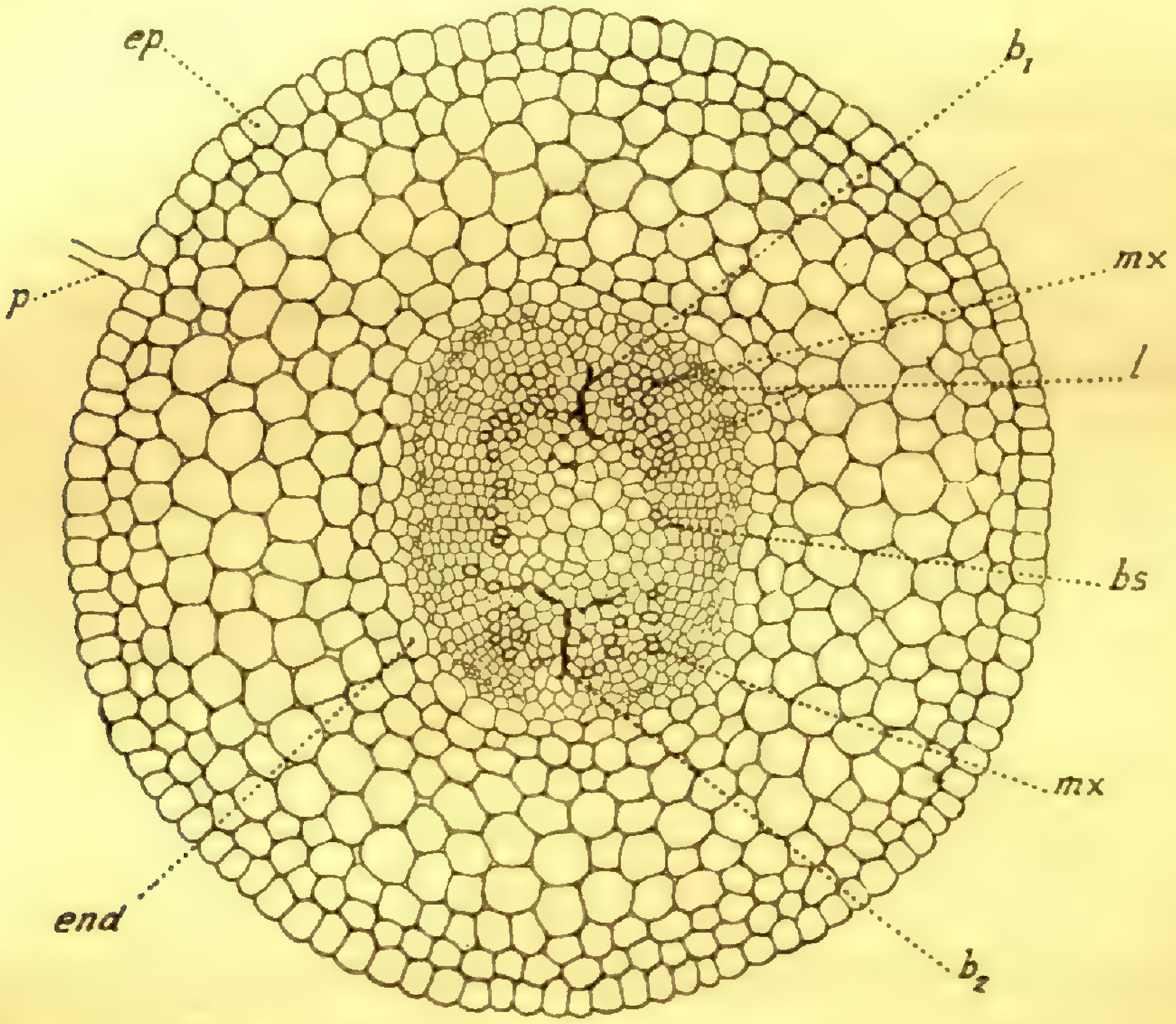


Fig. 12. — *Fumana vulgaris*. Coupe transversale de l'axe hypocotylé d'une plantule de 1 mois (faite à 4 mm. en dessous du point d'insertion des cotylédons); *p*, poil sécréteur; *ep*, épiderme; *end*, endoderme; *l*, liber; *b1-b2*, bois primaire; *mx*, *bs*, bois secondaire.

Si nous examinons à présent une plantule d'un mois à un mois et demi, dans laquelle les formations secondaires ont fait leur apparition et sont même déjà très avancées (Fig. 12), nous voyons, à environ quatre millimètres au-dessous du point d'insertion des cotylédons, la disposition suivante : une assise génératrice a pris naissance en dedans de chacun des deux arcs libériens, produisant du liber en dehors et du bois en dedans. Cette assise génératrice, en se développant de plus en plus à droite et à gauche, finira par unir, par leurs extrémités, les deux arcs libériens, formant ainsi un anneau libéro-ligneux continu, qui emprisonnera à son intérieur les vaisseaux de première et de deuxième formation, lesquels, écrasés, seront refoulés de plus en plus vers le centre, par suite du développement du bois secondaire.

A cet âge, nous aurons donc à la partie supérieure de l'axe la structure de la tige adulte, c'est-à-dire un anneau libéro-ligneux complet.

Si nous faisons maintenant une coupe de cette même plantule d'un mois et demi au point d'insertion des cotylédons, nous voyons, en plus du système vasculaire se rendant dans ceux-ci, deux faisceaux libéro-ligneux à bois nettement opposé au liber, qui pénètrent dans chacune des deux premières feuilles déjà bien développées.

Ainsi donc, nous observons, à la partie supérieure de l'axe hypocotylé, trois structures successives, correspondant à trois âges différents.

D'abord, une structure racine avec liber et bois alternant.

Ensuite, une structure intermédiaire provoquée par l'apparition de nouveaux vaisseaux du bois s'opposant progressivement au liber. La lame primitive de bois central persiste encore.

Enfin la structure tige typique, avec anneau libéro-ligneux complet représenté par les éléments secondaires.

M. Chauveaud (1), a trouvé une structure semblable chez un très grand nombre de plantes; chez les Cistinées il a pris comme exemple l'*Helianthemum pulverulentum.* Il en est de même chez toutes les plantes de la famille.

COTYLÉDONS

Nous dirons peu de chose des cotylédons. Ceux-ci possèdent une à quatre assises palissadiques, à leur face supérieure, et un tissu lacuneux sous-jacent bien développé. On trouve des stomates sur les deux faces. De nombreux cristaux en oursin d'oxalate de chaux sont épars à la partie supérieure du tissu lacuneux.

---

(1) Chauveaud : *Appareil conducteur des plantes vasculaires.* (Ann. sc. nat bot. 1911, 9e série, T. XIII).

JEUNE TIGE

La jeune tige possède, à son premier entre-nœud, deux faisceaux libéro-ligneux à bois nettement opposé au liber. La structure racine ne s'observe à aucun moment à ce niveau.

Nous dirons donc, pour résumer, que, chez les Cistinées, la zone de transition entre la racine et la tige commence à s'observer dans l'axe hypocotylé à environ quatre millimètres en dessous de l'insertion des cotylédons et qu'elle se prolonge jusque dans ceux-ci.

La structure anatomique, dans les trois genres étudiés, est, à part quelques petits détails sans importance, absolument la même. Nous dirons simplement que, chez le *Fumana*, le cylindre central est plus volumineux par suite du grand développement de la moelle à la partie supérieure de l'axe, tandis qu'il est beaucoup plus réduit dans les deux genres *Cistus* et *Helianthemum*.

Au point de vue des affinités, nous dirons que les Cistinées, par la structure anatomique de leur plantule, se rapprochent des Crucifères (1) et des Résédacées (2).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

En nous basant sur ce que nous venons de dire, concernant la germination, le développement et la structure anatomique des Cistinées, nous pourrons en conclure ce qui suit :

1° Les graines des Cistinées ont toutes leur tégument externe réduit à une pellicule mince et transparente, presque toujours ornée de tubercules. Le tégument interne, au contraire, présente toujours un assez grand nombre d'assises cellulaires; il se divise en deux parties distinctes : l'une, crustacée; l'autre, la plus interne, membraneuse.

---

(1) Gérard : *Recherches sur le passage de la racine à la tige.* (Thèse, Paris 1881).

(2) J. Chardon : *Contribution à l'Etude des Résédacées. Recherches sur le passage de la structure tige à la structure racine.*(Diplôme d'études sup., Paris 1910).

2° Les plantes de cette famille germent très facilement, bien que beaucoup d'espèces soient vivaces. La germination s'effectue au bout de deux jours à une semaine environ.

3° L'embryon est toujours courbé dans le genre *Helianthemum*, et enroulé ou spiralé dans les genres *Cistus* et *Fumana*.

4° *Il n'y a jamais de poils absorbants chez les Cistinées, à aucun moment de la germination et quelles que soient les conditions de milieu auxquelles on soumette la radicule.*

5° L'axe hypocotylé, courbé en crosse au moment de sa sortie de la graine, présente les premiers jours, et souvent même pendant longtemps, une production abondante d'anthocyane, exception faite pour l'*Helianthemum guttatum*, qui n'en développe que plus tardivement et en petite quantité.

6° Les poils tecteurs sont abondants sur presque toute l'étendue de l'axe hypocotylé, où ils apparaissent de très bonne heure.

Souvent, chez les *Helianthemum*, et toujours chez les *Cistus*, beaucoup de poils tecteurs sont disposés par deux et divergent, figurant un V, ou, mieux, les deux pointes d'une fourche.

Les poils sécréteurs existent presque toujours, mais moins nombreux, et généralement localisés à la partie supérieure de l'axe hypocotylé.

7° Nous distinguerons, suivant les genres, deux types de plantules bien nets :

- α) *Type Helianthemum* : avec cotylédons ovales, plus ou moins arrondis et nettement pétiolés.
- β) *Type Cistus-Fumana* : avec cotylédons allongés, linéaires, plus ou moins étroits et sessiles.

8° En général, les espèces vivaces n'ont pas de tiges souterraines. Cependant, chez deux espèces (toujours chez le *Cistus umbellatus*, dans certaines conditions seulement chez l'*Helianthe*-

mum vulgare), on observe la formation de tiges souterraines très développées, multipliant la plante par fragmentation tardive.

9° Enfin, au point de vue anatomique, nous avons toujours constaté que, au début, la structure racine seule se prolonge jusque dans les cotylédons; elle est ensuite remplacée par la structure tige, dans la partie supérieure de l'axe hypocotylé, chez la plantule âgée, après avoir passé par une forme intermédiaire.

D'une façon générale, il y a, chez les Cistinées que nous avons étudiées, une grande uniformité de structure.

DE L'INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR SUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉPINES DE L'*Ulex europæus* L.

Par M. A. LOTHELIER

Dans un Mémoire paru en 1893 (1), j'ai publié les résultats que j'avais obtenus en soumettant des plantes piquantes à l'action prolongée de l'air saturé d'humidité.

Pour l'*Ulex europæus*, en particulier, les modifications produites par l'air humide sur la morphologie externe de cette plante, avaient été très prononcées. Les rameaux de deuxième génération qui se terminent tous en pointe piquante dans l'air normal, se sont, dans l'air humide, allongés en pousses feuillées sans se terminer en pointe piquante, et cette modification en pousse feuillée est allée en s'accusant de plus en plus de la base au sommet, témoignant ainsi de l'action de plus en plus profonde exercée par le milieu modificateur. L'action de ce milieu s'est exercée sur la plante en expérience pendant plus de quatre mois.

Les pousses feuillées obtenues ne seraient, d'après M. Zeidler (2) que des formes de jeunesse non complètement développées. En admettant cette interprétation, il faut bien cependant admettre que si ces formes de jeunesse ne se sont produites que dans l'air humide, c'est le milieu modificateur qui en a été la cause, puisque rien de tel ne s'est produit sur la plante vivant à l'état normal.

Mais si c'était un retour à une forme jeune incomplètement développée, on devrait, à mesure que la pousse se développe, assister à une transformation graduelle de la forme jeune à la forme adulte, c'est-à-dire voir les rameaux feuillés à la base se transformer en rameaux piquants vers le sommet. Or, si c'est là ce qu'on observe sur la plante jeune dans l'air normal, rien de tel ne s'est produit dans l'air humide.

---

(1) M. Lothelier : Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des plantes à piquants. Lille, 1893. (Voir aussi *Revue Générale de Botanique*, 1893).

(2) Uber den Einfluss der Luftfeuchtigkeit und des Lichtes auf die Ausbildung der Dornen von *Ulex europæus*. L. von Josef Zeidler.

Il faut donc en conclure que si les piquants ne sont pas supprimés pour toujours (et cela je ne l'ai jamais prétendu) sur une plante poussant dans un milieu saturé de vapeur d'eau, leur production est, pour le moins, très retardée.

D'ailleurs, M. Zeidler, après avoir reproduit la même expérience, a pu voir lui-même que la formation des épines a été un peu entravée.

Enfin, je répondrai à M. Zeidler que les sujets sur lesquels j'ai expérimenté provenaient de semis faits par moi et choisis aussi semblables que possible parmi les plus robustes. Si je les ai coupés au ras du sol au moment de commencer l'expérience, c'était pour obtenir des jets plus vigoureux et plus comparables, et rendre les différences, s'il devait s'en produire, plus nettes à l'œil.

D'ailleurs, j'ai déjà fait de nouveaux semis, car je me propose de renouveler l'expérience dans le cours de l'année prochaine. Je demanderai alors à M. Zeidler la permission de lui envoyer quelques-uns des sujets sur lesquels j'aurai expérimenté.

Étude anatomique de quelques Espèces d'Asclépiadées Aphylles de l'Ouest de Madagascar

Par M. G. PUECH

L'étude biologique des plantes dont nous avons entrepris ici la description a été récemment faite par MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie. Toutes ces Asclépiadées, remarquables par l'absence complète de feuilles, appartiennent aux parties désertiques et arides de l'ouest de Madagascar. Bien distinctes par leurs caractères floraux, elles acquièrent ainsi, comme le font remarquer MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie, sous l'influence du milieu, une extraordinaire ressemblance d'aspect. Mais est-ce que à cette ressemblance extérieure correspond une analogue ressemblance anatomique, ou bien y a-t-il dans la structure interne des différences plus ou moins en rapport avec la classification ? C'est là précisément ce que nous voulons surtout examiner ici.

D'après les caractères floraux, MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie ont ainsi distingué les genres que nous allons étudier et dont quelques-uns sont nouveaux :

I. La couronne est simple :
  A) Elle est tubulaire, au moins à la base et à paroi droite ou ondulée.
    a) Elle est à paroi droite, ou si elle est ondulée, ses ondulations internes sont oppositisépales.
      1. Elle est droite ou ondulée, mais en tout cas, les filaments les plus longs ou les dents sont oppositisépales.......................... *Cynanchum*
      2. Elle est ondulée et les filaments les plus longs sont oppositipétales.................. *Decanema*

Les dents, les ondulations internes ou les lobes sont oppositipétales.
1. La couronne est hautement soudée.
   1. *a)* Elle est seulement dentée au sommet.... *Mahafalia*
   1. *b)* Elle est ondulée et à filaments........ *Fololsia*
2. La couronne est profondément divisée, les lobes étant oppositipétales .... *Prosopostelma*
   et dans ce cas, les ondulations internes sont oppositisépales comme chez les cynanchum.
   1. *a)* La couronne est fortement ondulée, et il y a au moins cinq longs filaments oppositipétales alternes avec d'autres filaments ou des dents.................................. *Decanema*
   1. *b)* La couronne est à peu près droite et à dents convexes oppositipétales.......... *Mahafalia*

b) La couronne est très profondément divisée, et les lobes sont très nettement oppositipétales. *Prosopostelma*
1. Les cinq lobes sont séparés et adnés aux étamines.................................. *Drepanostema*

II. La couronne est double........................... *Sarcostemma*

On remarque, d'après cette classification, qu'il existe bien peu de différences entre ces divers genres, *Cynanchum* et *Decanema*, *Mahafalia* et *Fololsia*, *Prosopostelma* et *Drepanostema*. Le genre qui se sépare le plus nettement des autres, est le genre *Sarcostemma* à cause de la couronne qui est double. Le genre *Vohemaria* n'a pas été indiqué dans ce tableau, car, disent MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie, « aucun caractère réel ne sépare la couronne de ces *Vohemaria* de celle des *Cynanchum* ».

Voyons donc si l'étude anatomique va venir confirmer les résultats obtenus par l'étude morphologique externe. En tout cas, nous tenterons à notre tour d'établir une classification uniquement basée sur la constitution anatomique et il sera intéressant de comparer nos tableaux avec celui qu'ont donné MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie.

Notre étude peut ainsi se diviser en trois parties :

1° Description anatomique des genres et des espèces ;

2° Classification ;

3° Concordance entre la morphologie externe et l'anatomie.

Les genres étudiés sont : Les genres *Cynanchum*, *Fololsia*, *Mahafalia*, *Prosopostelma*, *Sarcostemma*, *Decanema* et *Drepanostema*.

GENRE *CYNANCHUM*

Nous avons examiné les espèces suivantes : *Cynanchum macranthum*, *C. mahafalense*, *C. Messeri* (*Vohemaria*), *C. edule*, *C. ampanihense*, *C. menarandrense*, *C. bisimatum*, *C. radiatum*, *C. verrucosum*, *C. arenarium* et *C. implicatum*.

CYNANCHUM MACRANTHUM. — La tige étudiée mesure $3^{mm}54$ environ de diamètre dont $1^{mm}02$ d'épaisseur pour l'écorce et $1^{mm}5$ pour le cylindre central. L'écorce est limitée par un épiderme à cellules polygonales très régulières, peu subérifiées sur leur paroi externe. Au voisinage des stomates, ces cellules s'incurvent très légèrement ; deux de ces cellules, voisines, s'allongeant, interrompent l'assise hypodermique et enserrent les deux cellules corticales, arrondies, qui constituent le stomate ; entre ces deux cellules, un large ostiole conduit à une chambre sous-stomatique assez profonde. Les quatre assises formant la zone externe de l'écorce sont composées de petites cellules à parois minces et disposées radialement. L'écorce interne est constituée par de grosses cellules arrondies irrégulièrement disposées et séparées par des méats. Cette écorce, dépourvue de cristaux, contient de nombreuses *fibres cellulosiques* isolées, ou groupées par deux ou trois, à section arrondie ou ovoïde, à parois très épaisses. Une coupe longitudinale nous permet de constater que ces fibres, terminées en pointe aiguë, sont épaissies irrégulièrement, tantôt obstruant complètement la cavité, tantôt laissant un très petit espace, à peine visible. La largeur de ces fibres est d'environ 30 μ. Quant à leur longueur, elle est très variable, aussi bien dans la même espèce que dans les espèces voisines d'un même genre ; dans cette espèce et dans beaucoup d'autres, la longueur de ces fibres ne dépasse pas $1^{mm}7$ à 2^{mm}. Enfin on peut observer dans cette écorce quelques laticifères. Ce sont de longues cellules tubulaires à parois minces (3 μ). Ces laticifères qui se ramifient abondamment mais ont partout le même diamètre, contiennent un latex dépourvu de cristaux, prenant une belle coloration rouge par le Sudan III. On sait que ce colorant agit non seulement sur les matières grasses, mais aussi sur les résines. L'endoderme n'étant pas différencié, — et c'est le cas pour presque toutes ces Asclépiadées aphylles —, la délimitation de l'écorce et du cylindre central est difficile; toutefois, on peut observer, en avant des faisceaux libéroligneux, une zone fibreuse très épaisse marquant bien le début d'une région différente de l'écorce. En effet, cette zone est presque entièrement composée de fibres cellulosiques absolument identiques à celles que nous avons vues dans l'écorce, accolées, formant sur tout le pourtour du cylindre central, une ligne à peine interrompue de place en place par de petites cellules à parois minces. A la partie tout à fait interne de cette région péricyclique et tout contre le tissu libérien, on observe une assise scléreuse interrompue par endroits et fortement colorée en vert par le vert d'iode. Une coupe longitudinale montre que cette assise n'est pas composée de fibres, mais de cellules sclérifiées. On trouve encore quelques rares laticifères, dans la partie parenchymateuse si réduite, du péricycle. La zone libérienne est peu développée ainsi du reste que le bois qui est cependant plus épais. Il ne mesure guère que 0^{mm}18 d'épaisseur. Les formations secondaires se développent donc assez tardivement dans cette espèce. Cette zone libéro-ligneuse forme un anneau continu autour de la moelle. A la périphérie de celle-ci, on peut observer de nombreux îlots de liber périmédullaire comme on en observe en général dans toutes les Asclépiadées. Au-dessous de ce liber, se trouvent des fibres cellulosiques accolées les unes aux autres, constituant des faisceaux séparés les uns des autres par un parenchyme médullaire; l'axe même de la tige est constitué par des cellules lignifiées à section polygonale, mais à parois peu épaisses. Une coupe longitudinale nous montre que ces assises médullaires, parenchymateuses ou lignifiées sont constituées par des cellules allongées, cylindriques superposées en files longitudinales et séparées les unes des autres par des parois horizontales ou légèrement convexes. Ces assises lignifiées de la moelle sont identiques à celles que l'on observe dans tout tissu vasculaire ligneux et qui entourent généralement les vaisseaux. Enfin, signalons encore dans la partie parenchymateuse de la moelle quelques laticifères qui, quoique peu abondants, sont encore plus nombreux dans cette partie de la tige que dans les autres.

En général, d'ailleurs, ces laticifères sont surtout plongés dans les tissus parenchymateux; on les observe plus rarement au milieu de cellules lignifiées ou entre les fibres cellulosiques.

CYNANCHUM MAHAFALENSE. — Cette tige cylindrique, d'un diamètre de $3^{mm}10$ environ, dont $1^{mm}02$ d'épaisseur pour l'écorce et $1^{mm}7$ pour le cylindre central, ressemble énormément à la précédente; ce sont en effet les mêmes cellules épidermiques et corticales, les mêmes stomates. Cependant quelques différences existent entre ces deux espèces : 1° comme dans *C. Macranthum*, nous trouvons ici des fibres cellulosiques dans l'écorce, mais ces fibres, isolées, sont peu nombreuses et localisées surtout dans la partie profonde; 2° le péricycle est peu épais; c'est une zone parenchymateuse à cellules polygonales étirées tangentiellement contenant des îlots de fibres cellulosiques nombreux mais peu épais, ne comprenant guère que 4 à 7 éléments. A la partie profonde de ce péricycle on peut observer deux assises de cellules sclérifiées. Les formations secondaires apparaissent en outre, ici, de bonne heure; en effet, le manchon ligneux a environ $0^{mm}3$ d'épaisseur. Au-dessous du liber périmédullaire nous retrouvons encore ces îlots médullaires en dedans desquels est un conjonctif d'abord parenchymateux, puis lignifié vers le centre. Les laticifères sont peu nombreux dans l'écorce et dans le péricycle, mais très abondants dans la moelle.

C. MESSERI (*Vohemaria*). — Voici encore une espèce se rattachant étroitement aux précédentes; c'est pourquoi nous ne pouvons la traiter à part, bien que certains auteurs aient cru devoir séparer le genre *Vohemaria* du genre *Cynanchum*. Le rameau étudié, d'une épaisseur de 3^{mm}, dont $0^{mm}8$ pour l'écorce et $1^{mm}2$ pour le cylindre central, débute par un phelloderme peu épais développé vers l'intérieur par dédoublement tangentiel d'une assise subéreuse ayant déjà en partie exfolié l'épiderme. Les stomates, peu nombreux, ont une constitution identique à ceux du *C. macranthum*. L'écorce est abondamment pourvue de fibres cellulosiques, surtout dans la partie profonde; elles sont en général isolées, quelquefois groupées par deux ou trois. Nous avons pu observer quelques laticifères dans la partie tout à fait interne de l'écorce, mais ils sont très rares. Le péricycle assez épais ($0^{mm}12$) est constitué par des fibres groupées en faisceaux séparés les uns des autres par des cellules petites, régulières, à fines parois. On observe rarement des laticifères dans cette région, séparée du manchon libéro-ligneux par une assise de cellules sclérifiées qui correspond à la partie interne du péricycle. Les formations secondaires apparaissent ici tardivement; le bois n'a en effet que $0^{mm}18$ d'épaisseur, guère plus que le péricycle. Au-dessous du bois, et faisant suite aux îlots libériens périmédullaires, des faisceaux de fibres cellulosiques apparaissent encore sur tout le pourtour de la moelle ; ces faisceaux sont séparés les uns des autres par de grosses cellules parenchymateuses à parois minces. Enfin l'axe de la tige est lignifié. Les laticifères sont très nombreux dans la moelle.

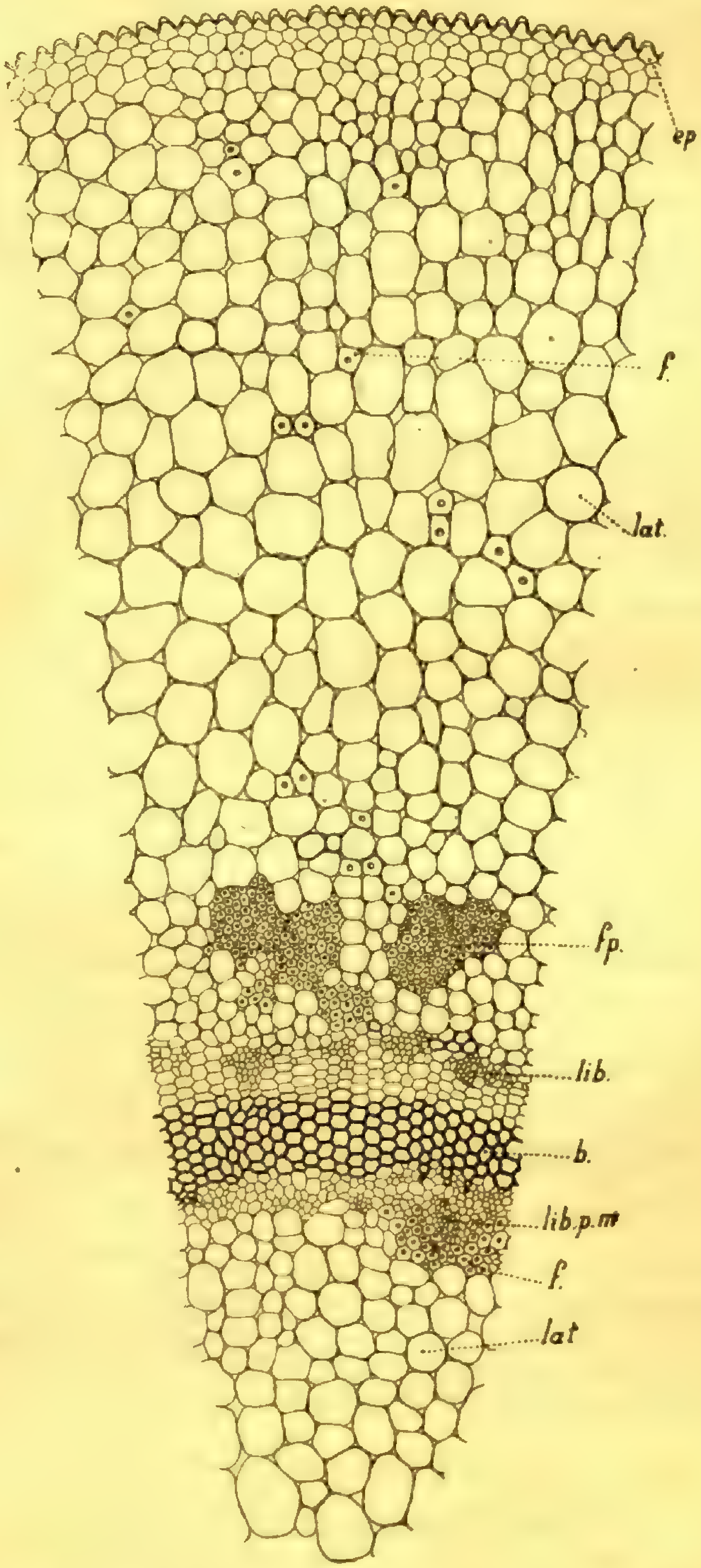


Fig 1. — C. *Messeri*. — ep, *épiderme ;* f, *fibres ;* fp, *fibres péricycliques ;* lat, *laticifères ;* lib, *liber ;* b, *bois ;* lib. p. m., *liber périmédullaire ;* c. l. *cellules lignifiées.*

On voit que cette espèce se rattache étroitement aux deux autres : par ses formations secondaires, elle se rapproche du *C. macranthum*, mais elle en diffère par la localisation de ses laticifères. Par ce dernier caractère, elle se rapprocherait au contraire du *C. mahafalense*, mais elle s'en sépare par l'abondance de ses fibres corticales et l'épaisseur de sa zone péricyclique. On remarquera dans la suite de cette étude que ce

C. Messeri s'éloigne beaucoup de certains autres *Cynanchum*, y compris le *Cynanchum implicata* que MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie avaient décrit tout d'abord sous le nom de *Vohemaria implicata* (*Revue de Botanique*).

CYNANCHUM EDULE. — La tige de cette espèce, légèrement étranglée par endroits, mesure 2^{mm} environ de diamètre, dont $0^{mm}5$ d'épaisseur pour l'écorce et 1^{mm} pour le cylindre central. L'épiderme, très régulier, est toujours constitué par les mêmes cellules petites, à parois externes convexes et peu subérifiées. Les stomates, nombreux, sont toujours situés au niveau de dépressions abondantes sur le pourtour de la tige. Ils sont constitués par 2 cellules épidermiques légèrement incurvées, laissant entre elles un large ostiole qui donne accès à une très petite chambre sous-stomatique.

L'hypoderme, très régulier, se compose de cellules polygonales à fines parois allongées tangentiellement. Il est interrompu au niveau des stomates. L'écorce très amylifère est composée, à part les trois ou quatre assises régulières qui forment l'écorce externe, de 12 à 13 assises de grosses cellules arrondies irrégulièrement disposées, avec des rares méats dans la partie la plus profonde. *Dans toute cette écorce, on n'observe pas une seule fibre cellulosique*, caractère qui éloigne nettement cette espèce des précédentes. Nous y observons peu de laticifères. Le péricycle est presque entièrement fibreux, au moins suivant son épaisseur, car latéralement, les faisceaux fibreux sont séparés les uns des autres par de petites cellules à fines parois au milieu desquelles courent quelques laticifères. Dans la partie la plus profonde de cette zone péricyclique on n'observe pas en général de cellules sclérifiées. Au-dessous d'un manchon libéro-ligneux de faible épaisseur ($0^{mm}10$ dont $0^{mm}068$ seulement pour le bois) on observe un liber périmédullaire bien développé dans un conjonctif entièrement parenchymateux à petites cellules polygonales à parois minces. Les laticifères, rares dans l'écorce et dans le péricycle, sont un peu plus nombreux dans la moelle. Par ce dernier caractère, on pourrait rattacher ce cynanchum au *C. Messeri*.

C. AMPANIHENSE. — C'est une tige de 3^{mm} de diamètre dont 1^{mm} d'épaisseur pour l'écorce et 1^{mm} pour le cylindre central. L'écorce dans laquelle s'ouvrent intérieurement de nombreux stomates, a une constitution analogue à celle de la précédente et contient également beaucoup de grains d'amidon. La zone péricyclique, moins épaisse que dans *C. edule*, est toujours fibreuse, mais ces fibres accolées constituant des faisceaux n'occupent pas toute l'épaisseur du péricycle; ce sont des îlots fibreux souvent réduits à 4 ou 5 éléments, inclus dans un parenchyme à petites cellules à parois minces. Nous avons là un caractère distinctif assez net de cette espèce; en effet, on ne trouve pas de laticifères dans l'écorce, rarement dans le péricycle, et s'ils paraissent être un peu plus nombreux dans la moelle que dans celle du *C. edule*, cette différence de nombre ne nous paraît pas assez sensible. Le développement des formations secondaires est le même dans les deux espèces, c'est-à-dire, très lent. Le liber périmédullaire est très net, très développé et le conjonctif entièrement parenchymateux.

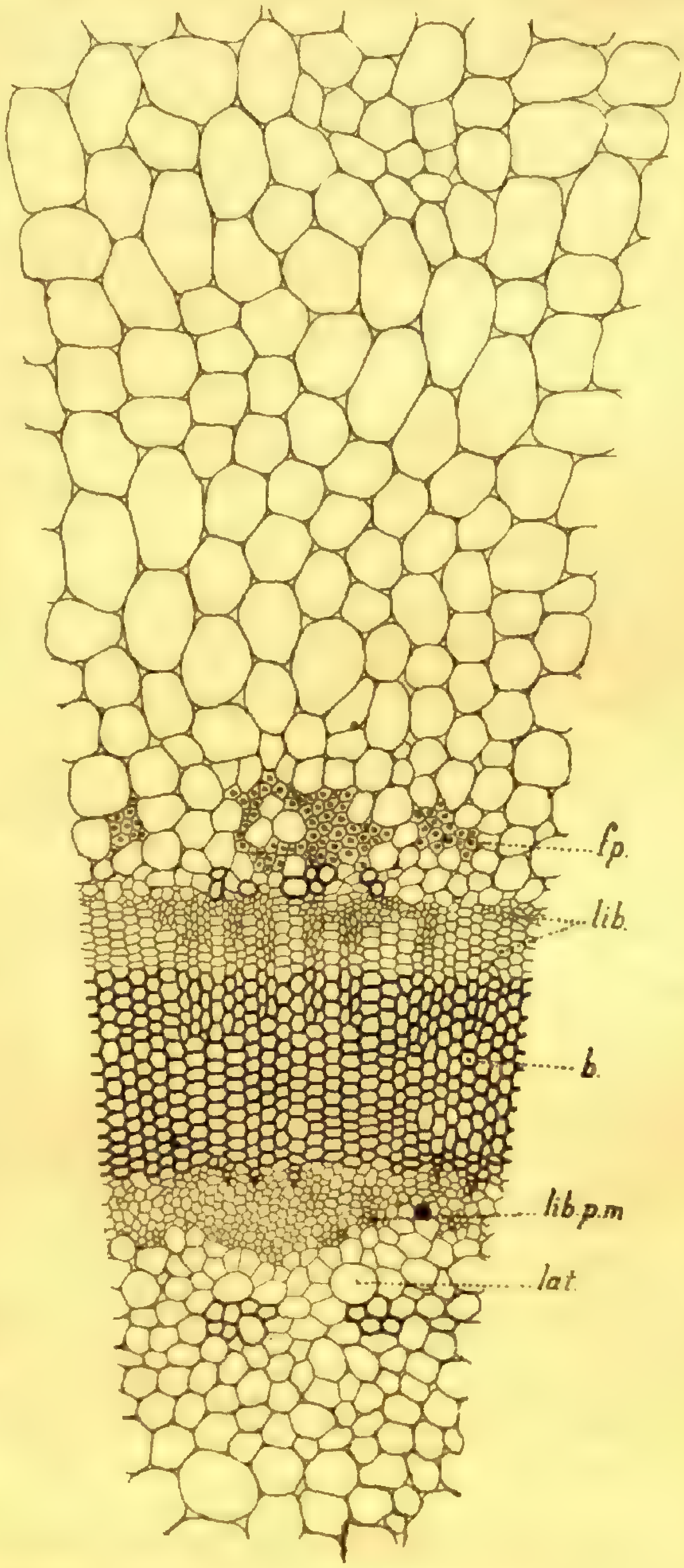


Fig 2. — *C. ampanihense.*

CYNANCHUM MENARANDRENSE. — Le rameau étudié mesure 2^{mm} environ de diamètre dont 0^{mm}5 d'épaisseur pour l'écorce et 1^{mm} pour le cylindre central. L'écorce externe toujours peu développée

4, 5 assises) débute par un épiderme pourvu de nombreux stomates. On observe au voisinage de ces stomates, une rapide et profonde incurvation des cellules épidermiques, qui, s'allongeant radialement, interrompent l'assise hypodermique sous-jacente ; les deux cellules-mères sont légèrement arrondies et comme enclavées dans les deux cellules épidermiques voisines et laissent entre elles un très faible ostiole, conduisant à une chambre sous-stomatique assez profonde puisqu'elle intéresse les premières assises de l'écorce interne. C'est en somme, le stomate du *C. macranthum* mais avec cette différence que les cellules épidermiques enchâssant le stomate sont de dimensions plus considérables, résultant d'une incurvation plus profonde de l'épiderme. Ce type de stomates que nous retrouverons dans d'autres espèces, nous paraît être le plus fréquent dans ces plantes aphylles et prend toujours des dimensions assez grandes. Signalons de nombreuses gouttelettes d'huile dans les cellules de l'écorce externe. Le reste de l'écorce composé de grosses cellules arrondies, irrégulièrement disposées, est dépourvu de cristaux et de laticifères. Le péricycle paraît être entièrement fibreux, très épais d'ailleurs ; c'est à peine si l'on distingue entre ces faisceaux de fibres occupant toute l'épaisseur de la zone, quelques fines parois cellulosiques et dans la partie profonde, contre le liber, quelques cellules sclérifiées. Le liber est ici bien développé, aussi épais que le bois ($0^{mm}05$). Au-dessous d'un liber périmédullaire assez abondant, vient un conjonctif entièrement constitué par un parenchyme ou l'on n'observe que très peu de laticifères.

Bien que s'écartant sensiblement du *Cynanchum ampanihense* et du *C. edule* par son absence presque complète de laticifères, d'autres caractères communs permettent de rattacher cette espèce aux deux précédentes, notamment la localisation et la disposition de ses fibres.

Cynanchum bisinuatum. — Encore une espèce qu'on ne saurait séparer du groupe des précédentes ; la tige cylindrique pourvue de stomates a un diamètre de $2^{mm}6$ dont $0^{mm}5$ d'épaisseur pour l'écorce et $1^{mm}6$ pour le cylindre central. Elle présente une zone corticale très réduite constituée surtout par des cellules irrégulières, arrondies, séparées par des méats dans la partie profonde. Cette écorce entièrement parenchymateuse est abondamment pourvue de grains d'amidon de forme généralement ovoïde et d'une épaisseur moyenne de 7 μ environ. On n'y observe pas de laticifères. La zone péricyclique, un peu plus épaisse que dans l'espèce précédente, (0^{mm}255) se compose, en général, de deux ou trois rangées concentriques de faisceaux fibreux, les plus épais étant toujours vers la partie externe; entre ces faisceaux, toujours ces mêmes petites cellules à parois très minces allongées tangentiellement où l'on peut observer quelques rares laticifères. Au liber, peu développé, succède un bois très épais (0^{mm}12). Etant donné le faible diamètre de la tige, on voit que les formations secondaires se développent plus rapidement dans cette espèce que dans la précédente. Au liber périmédullaire se relie un conjonctif parenchymateux à petits éléments, contenant un très grand nombre de laticifères.

Ainsi plus nous avançons dans cette étude, plus nous voyons que la répartition et la plus ou moins grande abondance des laticifères peut constituer un important caractère distinctif des espèces. En effet, dans toutes ces espèces, à une disposition à peu près constante de fibres, correspond une inégale répartition des laticifères.

C. RADIATUM. — Les dimensions respectives de l'écorce et du cylindre central sont les mêmes que dans l'espèce précédente pour un rameau de même diamètre. Les formations subéro-phellodermiques apparaissent ici de bonne heure et sur les portions de l'épiderme non encore exfoliées sont de nombreux stomates de petite dimension, mais dont la constitution ne diffère pas de celle des stomates du *C. menarandrense*; il convient de signaler toutefois une très légère incurvation des cellules voisines des stomates et un allongement moins considérable des cellules qui enserrent le stomate lui-même.

L'écorce est riche en grains d'amidon également ovoïdes et d'une épaisseur de 9 μ environ. Nous retrouvons ces grains d'amidon quoique moins nombreux dans les zones libéro-ligneuse et médullaire. L'écorce est dépourvue de laticifères. Le péricycle est ici entièrement fibreux. C'est un anneau de fibres accolées, d'une épaisseur d'environ 0^{mm}05, interrompu de place en place par des laticifères d'ailleurs très peu nombreux dans cette région. Alors que dans les espèces précédentes on pouvait observer malgré les fibres, la présence d'un parenchyme péricyclique plus ou moins abondant, ce dernier paraît faire à peu près défaut dans le *C. radiatum.* Il convient de remarquer par ailleurs, que la largeur du péricycle ne concorde pas nécessairement avec la plus ou moins grande quantité de fibres qu'il renferme; c'est ainsi que le péricycle du *C. radiatum* presque uniquement constitué par des fibres est moins épais ($0^{mm}050$) que celui du *C. bisinuatum* ($0^{mm}255$), à la fois fibreux et parenchymateux. Au système libéro-ligneux ($0^{mm}085$), moins développé ici que dans *C. bisinuatum* succède un liber périmédullaire assez développé, puis un conjonctif parenchymateux renfermant quelques laticifères.

C. VERRUCOSUM. — La plante est un buisson dont les tiges sont facilement reconnaissables par de nombreuses éminences extérieures d'origine corticale donnant à une section tangentielle un aspect stelliforme. Le diamètre de la tige mesuré entre deux éminences opposées est de $3^{mm}5$ dont 1^{mm} d'épaisseur pour l'écorce et $1^{mm}5$ pour le cylindre central. A part l'épiderme et l'assise sous-jacente très régulière, formée de cellules polygonales allongées tangentiellement, celles de l'épiderme ne présentant pas encore la moindre subérification sur leur face externe, plane, tout le reste de l'écorce est constitué par de grosses cellules rondes irrégulièrement disposées laissant entre elles de nombreux laticifères. Dans les assises les plus externes, on remarque de nombreuses gouttelettes d'huile. La zone péricyclique assez épaisse est parenchymateuse surtout dans sa partie profonde; ce sont de grosses cellules irrégulières contenant des îlots de fibres souvent groupées radialement; on n'observe pas à la base de cette zone, des cellules sclérifiées. Les formations secondaires libéro-ligneuses sont peu développées, souvent réduites à 3 ou 4 vaisseaux et l'on peut encore observer l'assise génératrice donnant par division cellulaire tangentielle du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur. Au-dessous de ce manchon libéro-ligneux, des îlots libériens périmédullaires reliés entre eux par un parenchyme à petits éléments très régulièrement disposés, mais sur le pourtour de la moelle seulement, car à l'intérieur le conjonctif est composé de grosses cellules arrondies, irrégulières rappelant la zone corticale interne. Entre ces cellules sont de nombreux laticifères, mais pas de fibres, ni de cellules lignifiées.

CYNANCHUM ARENARIUM. — Le développement rapide de cette tige d'un diamètre de $6^{mm}5$ dont $1^{mm}5$ seulement d'épaisseur pour l'écorce et $3^{mm}5$ pour le cylindre central, la distingue nettement des précédentes espèces desquelles elle peut se séparer encore par bien d'autres caractères. Les cellules de l'écorce, à part celles des trois premières assises, sont très irrégulièrement disposées, de grande dimension et séparées par de nombreux méats. La structure des stomates, très nombreux, ne diffère pas sensiblement de celle des stomates du *C. edule.* Toute l'écorce renferme de nombreux laticifères surtout dans sa partie profonde limitée intérieurement par un endoderme bien différencié; c'est une assise de cellules polygonales allongées tangentiellement, à parois cellulosiques. Au-dessous, vient la zone péricyclique, très large, constituée par un parenchyme à petits éléments contenant deux rangées concentriques de faisceaux fibreux en général peu épais ; la longueur des fibres, très variable dans toutes ces espèces, est ici très réduite ($0^{mm}8$ à 1^{mm}). La partie parenchymateuse du péricycle renferme quelques laticifères, et dans sa partie tout à fait interne s'observent quelques groupes isolés de deux ou trois cellules sclérifiées. Malgré l'épaisseur du cylindre central, la zone libéro-ligneuse est peu développée (épaisseur du bois = $0^{mm}4$). Le liber périmédullaire est continu sur tout le pourtour de la moelle qui est entièrement parenchymateuse, mais les laticifères très nombreux dans cette région refoulent les parois cellulaires et donnent à ce conjonctif un aspect trabéculaire.

CYNANCHUM IMPLICATUM. — Cette tige ovoïde avec de nombreuses dépressions sur son pourtour, mesure $2^{mm}5$ de diamètre environ dont $0^{mm}5$ d'épaisseur pour l'écorce et $1^{mm}5$ pour le cylindre central. L'écorce ne diffère pas sensiblement de celle de la précédente et dans les deux nous trouvons un endoderme bien différencié. En revanche, les laticifères sont ici très rares dans l'écorce qui est abondamment pourvue de cristaux d'oxalate de chaux. La constitution du péricycle diffère de celle du *C. arenarium* par la moins grande quantité de fibres, groupées par 2, 3 ou même isolées et l'abondance des laticifères. On y observe à la base quelques cellules sclérifiées. On peut observer aussi des laticifères dans l'intérieur de la zone libéro-ligneuse, mais en très petite quantité. Au-dessous du liber interne, un conjonctif constitué par des cellules polygonales à parois très minces séparées par des méats et très régulièrement disposées en séries alternantes. Ce conjonctif est riche en laticifères, comme dans l'espèce précédente.

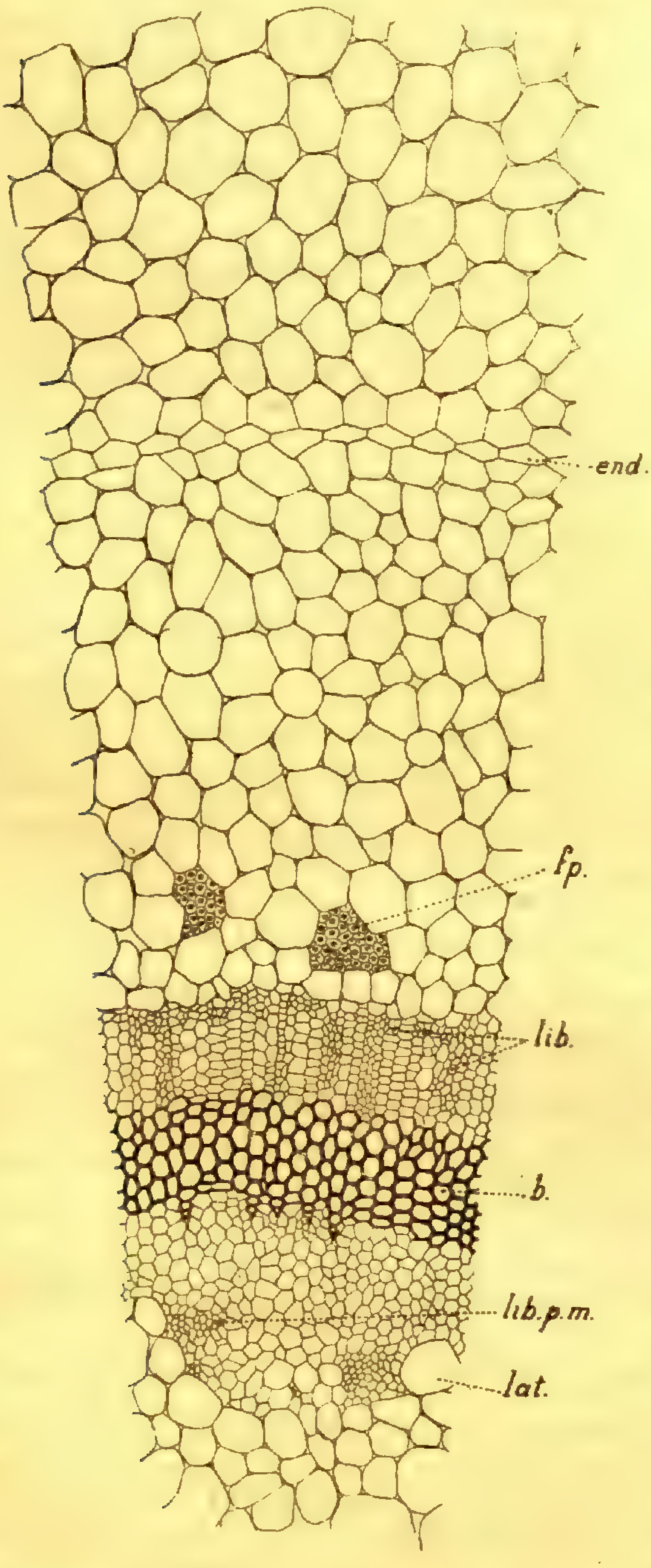


Fig. 3. — *Folotsia grandiflora.*

On voit combien ces deux dernières espèces si semblables entre elles, diffèrent des précédentes; cependant, la localisation des fibres, leur conjonctif entièrement cellulosique, nous permet de les rapporter à ce groupe de *Cynanchum* dont le type est le *C. edule.*

Genre *FOLOTSIA*

Nous avons étudié les deux espèces suivantes : *Folotsia grandiflora* et *F. sarcostemmoides.* Nous plaçons ce genre immédiatement après le genre *Cynanchum*, parce qu'il s'y rattache directement par certains caractères et nous permettra de passer à un autre genre plus différent encore du *Cynanchum* et surtout de certaines espèces de ce genre.

Folotsia grandiflora. — La forme bizarre de sa tige d'une épaisseur de plus de 4^{mm} dont 2^{mm} pour le cylindre central seul, met ce genre bien à part dans ce groupe d'Asclépiadées aphylles. Les stomates très nombreux sont situés assez profondément dans l'écorce par suite de l'incurvation très prononcée des cellules voisines et sont constitués par deux cellules épidermiques séparées par un large ostiole aboutissant à une chambre sous-stomatique réduite. L'écorce externe comprend un épiderme très régulier et 5 assises de petites cellules à fines parois disposées radialement et allongées tangentiellement. Tout le reste de l'écorce (20 assises environ) est constitué par de grosses cellules rondes, dépourvues de cristaux, séparées quelquefois par des méats. On n'y observe pas de fibres cellulosiques. Nous avons ici, contrairement à ce qui avait lieu généralement pour le genre précédent, *un endoderme nettement différencié.* C'est une assise de petites cellules polygonales à parois assez épaisses, étirées tangentiellement; on ne distingue pas cependant de subérification, même partielle. C'est contre cette assise, dans la partie interne de l'écorce qu'on observe quelques laticifères. La zone péricyclique assez épaisse ($0^{mm}35$) est constituée par des cellules à fines parois, à section polygonale, séparées entre elles par des méats avec de nombreux îlots fibreux cellulosiques peu épais; ils sont en général disposés suivant 3 rangées concentriques et alternantes. On ne distingue pas à la base de cellules sclérifiées. La zone libéroligneuse, malgré les dimensions de la tige, est très peu développée, surtout le bois souvent réduit à deux ou trois vaisseaux, les plus petits toujours tournés vers l'intérieur. Le liber périmédullaire, assez étendu, s'appuie sur un conjonctif parenchymateux composé de grosses cellules arrondies irrégulièrement disposées. On y observe un très grand nombre de laticifères.

FOLOTSIA SARCOSTEMMOIDES. — Cette espèce, d'une grande ressemblance avec la précédente, en diffère cependant par quelques caractères. Les formations secondaires sont encore plus lentes à se former que dans le *F. grandiflora.* En effet, pour une tige de $5^{mm}5$ de diamètre, c'est à peine si l'on constate des formations secondaires. L'écorce peu étendue (1^{mm}) débute par un épiderme subérifié pourvu de nombreux stomates. Ces stomates, situés assez profondément dans l'écorce, prennent ici d'assez grandes dimensions; ce sont toujours, d'ailleurs, deux cellules enchâssées dans deux cellules épidermiques allongées radialement. L'écorce externe est toujours très réduite. La partie interne de l'écorce composée de cellules allongées et disposées radialement est dépourvue de cristaux, pauvre en laticifères. L'endoderme est nettement différencié et le péricycle offre une constitution identique à celle du péricycle du *F. grandiflora.* Ils sont tous les deux de même épaisseur. Pas de cellules sclérifiées à la base, mais quelques cristaux d'oxalate de chaux. La zone libéro-ligneuse, peu étendue ($0^{mm}080$), comprend un liber à petits éléments, comme écrasés contre les faisceaux ligneux, et un bois formé de petits vaisseaux à section polygonale de développement centrifuge, pauvre en fibres ligneuses. A un liber périmédullaire où abonde particulièrement le parenchyme libérien, succède un conjonctif entièrement parenchymateux assez riche en laticifères; ceux-ci sont cependant moins abondants que dans l'espèce précédente.

En résumé, un plus grand développement du cylindre central, le retard dans les formations secondaires, la moins grande abondance des laticifères, sont les seuls caractères permettant de distinguer cette espèce de la précédente. Par la disposition de leurs fibres péricycliques, par la présence d'un endoderme nettement différencié, ces deux espèces se rattachent assez étroitement aux *Cynanchum arenarium* et *implicatum.* Elles s'éloignent considérablement des espèces voisines du type *C. macranthum.*

(A suivre).

DE L'INFLUENCE DES ACIDES ORGANIQUES ET DU GLUCOSE SUR LA RESPIRATION DES GRAINES EN VOIE DE GONFLEMENT

Par Mlle G. PROMSY

Dans une précédente note (1), nous avons établi que l'acide citrique absorbé par des graines de Tomate, de Piment, de Maïs, etc., en voie de gonflement, élève le quotient respiratoire. En est-il de même avec d'autres substances organiques telles que le glucose ? Et n'y a-t-il pas, pour certaines du moins de ces substances, des différences physiologiques spécifiques, suivant les graines ? Déjà les résultats que nous avons signalés pour le Ricin nous laissent pressentir qu'il ne faut pas trop vite étendre à toutes les graines les conclusions tirées d'expériences faites sur quelques-unes.

Nous étudierons ici les graines de Fève et celles d'Arachide. Pour les premières, nous avons été amenée tout d'abord à constater, à un certain point de vue, une particularité que nous avons retrouvée encore dans les graines de Haricot, noires ou blanches, et que nous signalons d'autant plus volontiers qu'elle pourrait correspondre aux faits dont nous nous occupons ici.

Normalement, en effet, chez ces graines de *Faba vulgaris* ou de *Phaseolus vulgaris* simplement gonflées, le quotient respiratoire est supérieur à l'unité tant qu'on n'a pas supprimé le tégument; il n'est inférieur à 1 que lorsque le tégument a été enlevé. Or, sans vouloir trop vite établir un rapprochement pour l'exactitude duquel nous n'avons pas encore de preuve suffisante, remarquons qu'il y a à ce moment, dans l'enveloppe, de petites quantités de glucose que l'examen microchimique ne décèle pas encore dans les cotylédons.

---

(1) G. Promsy : *De l'influence des acides sur la germination.* (C. R. de l'Académie des Sciences, 20 Février 1911).

Et nous allons voir en tout cas que le glucose, dans les graines, élève le rapport $\frac{CO^2}{O}$, puisqu'il a été :

	1re Expérience	2e Expérience
Dans des graines immergées dans l'eau	1,38	1,32
— — — une solution de glucose 0,1 %	1,44	1,44
Dans des graines immergées dans une solution de glucose 0,5 %	1,54	
Dans des graines immergées dans une solution de glucose 5 %	1,39	

Avec l'acide citrique, d'autre part, nous avons obtenu pour les mêmes graines :

	1re Expérience	2e Expérience
Dans l'eau	1,32	1,22
Dans une solution à 0,25 %	1,35	
— — 0,50 %		1,49

D'une manière générale donc, le quotient respiratoire s'élève sous l'influence du glucose comme sous celle des acides.

Hâtons-nous d'ajouter, cependant, qu'il serait possible qu'il y eût une très grande différence dans le mode d'action de ces deux catégories de substance. L'influence des unes et des autres, dans les conditions où nous opérons, peut être due *à priori* à deux causes : 1° à la présence de la substance dans la cellule et aux transformations chimiques qui en résultent; 2° à la concentration du liquide dans lequel plonge la graine et qui peut amener dans cette graine un état osmotique nouveau; auquel cas l'influence est plutôt d'ordre physique. Au sujet de cette seconde hypothèse, MM. Maige et Nicolas (1) ont justement démontré récemment que l'augmentation de la turgescence modifie la physiologie respiratoire en déterminant à la fois la croissance de la cellule qui élève le coefficient, et la dilution du suc cellulaire qui tendrait à le diminuer; le premier facteur étant, du reste, généralement prépondérant. La plasmolyse, par contre, détermine une concentration variable, pour laquelle il y aura tantôt augmentation et tantôt affaiblissement du quotient.

Dans le cas particulier où, par exemple, des bourgeons étiolés

(1) Maige et Nicolas : *Influence des variations de la turgescence sur la respiration de la cellule.* Rev. Gén. de Botanique, 1910.

sont plongés dans une solution de sucre, MM. Maige et Nicolas (1) admettent que l'influence est double, car elle se traduit : 1° par un retard dans la pénétration de l'eau extérieure ou, pour des concentrations plus fortes par une sortie de l'eau intérieure; 2° par une pénétration plus ou moins active du sucre dans la cellule. Mais toujours d'après eux, il y aurait augmentation du quotient respiratoire.

Remarquons que ce ne sont pas absolument les conclusions antérieurement tirées par M. Purjewicz, qui constate, au contraire, que les tissus mis en présence de solutions sucrées ont un quotient plus faible, parce que, dit-il, les hydrates de carbone favorisent la production des acides.

Dans les expériences telles que nous les avons réalisées sur la fève, il nous semble que l'élévation du quotient respiratoire peut être due : à la concentration du suc cellulaire quand il s'agit de la solution de glucose; et, par contre, à la fois à la dilution du suc cellulaire et aux modifications chimiques qui se produisent dans la cellule, quand il s'agit de l'acide.

Lorsqu'en effet nous plongeons nos graines pendant 17 heures dans la solution glucosique, nous voyons que leur poids total par rapport au poids primitif est :

	1re expérience	2me expérience
Dans l'eau........................	2,18	2,04
Dans une solution de glucose à 0,1 %	2,16	1,99
— — 0,5 %	2,15	1,98
— — 1 %	2,02	1,92
— — 3 %	2	
— — 5 %		1,83
— — 10 %	1,78	

Les quantités d'eau absorbées par les graines ont donc été d'autant moins grandes que la concentration extérieure était plus forte.

D'autre part, lorsque les graines ont été mises dans des solutions d'acide citrique, le même rapport du poids total au poids primitif est :

---

(1) Maige et Nicolas : *Recherches sur l'influence des solutions sucrées de divers degrés de concentration sur la respiration, la turgescence et la croissance de la cellule.* An. Sc. n., 1910.

Dans l'eau		1,94
Dans la solution à	0,5 %	1,97
— —	2,5 %	2,02
— —	5 %	2,09

Cette grande absorption d'eau est évidemment due, ici, à ce que, dans le temps pendant lequel les graines ont été immergées, la pénétration des acides a été plus rapide que celle du glucose. Peu importe d'ailleurs, nous n'en avons pas moins réalisé pour les graines des conditions différentes au point de vue de la turgescence. Mais, en outre, ces acides qui font partie maintenant du contenu cellulaire peuvent produire l'effet chimique auquel nous avons fait allusion, puisque la décomposition de l'acide citrique se fera suivant une formule comme celle-ci :

$$6\ C^6\ H^8\ O^7 + 15\ O^2 = 24\ CO^2 + 14\ H^2O + 2\ C^6\ H^{10}\ O^5$$

On voit qu'il y a excès de production de CO^2; et ce serait donc bien cette seconde cause qui, s'ajoutant à la première (plus grande quantité d'eau absorbée à mesure que la concentration extérieure est plus forte), expliquerait dans ce cas l'élévation du quotient.

Ce qui pourrait déconcerter, c'est que, en concordance avec les expériences de MM. Maige et Nicolas, ces conclusions sont en désaccord, d'autre part, avec les observations de M. Purjewicz. La vérité est, que dans ces phénomènes très complexes, où intervient si directement et si puissamment la composition du contenu cellulaire très variable avec l'espèce, il y a à tenir grand compte, précisément, des plantes employées. Et nous pouvons en donner la preuve puisqu'avec l'arachide les résultats n'ont pas été les mêmes.

Nous avons encore plongé ces graines dans des solutions séparées de glucose et d'acide citrique; or, les quotients respiratoires ont été :

Dans l'eau		0,78
Dans la solution de glucose à ...	0,1 %	0,88
— — ...	0,25 %	0,73
— — ...	5 %	0,62
Dans la solution d'acide à ...	0,1 %	0,84
— — ...	0,25 %	1,01

Si donc, il y a eu, comme précédemment, élévation avec les acides, il y a eu toutefois diminution, comme le dit Purjewicz, avec le glucose au delà de 1 ‰ ; et la cause en est vraisemblablement la formation d'acide aux dépens du glucose.

Voici ce qui nous le fait admettre :

Plongeons nos graines de fève ou d'arachide dans une solution de glucose et d'acide citrique mélangés. Nous obtenons comme quotients respiratoires :

FÈVES

Dans l'eau	1,17
Dans une solution de 0,1 % de glucose et 0,1 % d'acide	1,11

ARACHIDES

Dans l'eau	0,78
Dans une solution à 0,25 % de glucose et 0,25 % d'acide	0,84

Donc, des solutions analogues ont abaissé le quotient pour la fève et l'ont élevé pour l'arachide. Et l'interprétation serait celle-ci :

Dans la fève, l'immersion dans le glucose devait avoir pour conséquence un retard dans l'absorption de l'eau, et l'immersion dans les acides, au contraire, une accélération. Qu'on admette que les deux phénomènes, en se superposant, contrarient plus ou moins leurs effets et il devra y avoir pour la graine une prise d'eau moindre qu'avec l'acide seul ; ou, si l'on veut, la différence entre la turgescence des graines plongées dans l'eau et la turgescence de celles plongées dans la solution sera faible, et, par suite, les quotients peu différents. C'est ce que nous constatons à peu près, puisque même, sans pouvoir dire exactement pour quelle raison, il y a plutôt eu abaissement de ce rapport $\frac{CO^2}{O}$, qui, antérieurement, s'élevait.

Mais considérons à présent l'arachide. Si le raisonnement que nous venons de faire pour la fève convenait également à cette autre graine, nos résultats devraient être les mêmes. Or, nous venons de voir qu'il n'en est rien (0,84 au lieu de 0,78) ; il continue à y avoir élévation de $\frac{CO^2}{O}$. C'est donc qu'un autre facteur intervient, et que l'explication précédente n'est plus de mise. Nous ne pouvons la remplacer que par celle-ci. D'une part, il y a plus grande absorption d'eau provenant de l'influence de l'acide, mais, d'autre part, il y a production d'acides aux dépens du glucose ; et ce sont cette fois deux phénomènes tout différents qui peuvent se superposer. Au lieu dès lors de s'annuler, ils doivent aboutir à un effet intermédiaire. C'est bien ce que nous observons, car, tandis que le quotient est 1,01 dans un cas (influence de l'acide), et 0,73 dans l'autre (influence de la transformation du glucose), il est dans les deux cas réunis quelque chose de tout différent de ce qu'il est dans l'eau : 0,84.

En résumé, la présence de substances organiques, telles que le glucose et l'acide citrique, dans le milieu humide où des graines qui vont germer commencent à se gonfler, a pour conséquence une modification du quotient respiratoire qui est, suivant la graine et suivant la substance, soit une élévation, soit une diminution de ce quotient.

Lorsque la substance est un acide, c'est toujours une élévation ; lorsque c'est du glucose, il y a élévation pour certaines graines comme la fève, et une diminution pour d'autres comme l'arachide.

Ces conclusions sont vraies, toutefois, pour le cas où les substances que nous mentionnons se trouvent isolément dans le milieu ; lorsqu'elles sont réunies, les faits peuvent être encore différents, car avec la fève le quotient sera abaissé, tandis qu'avec l'arachide il sera intermédiaire aux deux quotients obtenus avec les deux corps considérés isolément.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Grezes. — **Recherches sur la sucrase de l'*Aspergillus niger*.** — Contribution à l'étude de l'influence de l'aliment carboné sur la sécrétion des diastases. (Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme d'études supérieures, 25 pages. Imprimerie Maretheux, 1, rue Cassette, Paris 1912).

Une cellule sécrète-t-elle d'une façon constante et en quelque sorte nécessaire toutes les diastases qu'elle a le pouvoir ou l'occasion d'utiliser; ou bien la production de ces diastases est-elle intermittente, subordonnée aux conditions d'alimentation et liée à la présence de l'aliment qu'il s'agit de digérer ?

Plusieurs expérimentateurs ont entrepris des recherches en vue de répondre à cette question posée par Duclaux ; le travail de G. Grezes est une contribution à l'étude de ce problème.

L'auteur a cultivé l'*Aspergillus niger* dans le milieu de culture de Raulin dont le sucre et l'acide tartrique étaient remplacés par de l'acide succinique à la concentration de 3 ou 4 p. 100. Dans ce milieu, dépourvu de saccharose, l'*Aspergillus* produit toutes les diastases (celles qui ont la propriété d'hydrolyser les matières sucrées ont seules été étudiées ici) qu'il élabore lorsqu'il se développe sur un milieu sucré. C'est ainsi que la recherche qualitative de la sucrase, de l'amylase, de la maltase, de l'inulase et de l'émulsine, dans le mycélium cultivé ainsi qu'il vient d'être indiqué, a donné des résultats nettement positifs.

Des recherches quantitatives ont également été faites par l'auteur sur la sécrétion de l'une de ces diastases, la sucrase, par l'*Aspergillus niger* se développant en milieux sucrés et non sucrés. Il résulte de ces recherches que c'est en présence de saccharose, et avec des spores d'un *Aspergillus* habitué à cet aliment, que la sécrétion de sucrase est la plus rapide et la plus abondante. Au contraire, c'est lorsqu'on ensemence des spores d'un *Aspergillus* habitué à l'acide succinique sur un milieu dans lequel le sucre est remplacé par l'acide succinique, qu'on se trouve dans les conditions les moins favorables à la sécrétion de la sucrase. Toutefois, la faculté de produire de la sucrase ne semble pas être susceptible de disparaître complètement, car, au bout de soixante générations d'*Aspergillus* développées sur milieu dépourvu de sucre, le champignon sécrète à peu près autant de sucrase que les mycéliums des premières générations en produisaient. Ces faits tendent à montrer que le pouvoir de produire la sucrase, étroitement lié à la cellule de l'*Aspergillus niger*, est inséparable de son développement.

R. Combes.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

La Société américaine de Préservation des Sites et Monuments a fait exécuter depuis plusieurs années des travaux ayant pour but de compléter et de modifier le remarquable « Arboretum » installé depuis 1859 par le Dr W. P. Letchworth à Glen Iris, dans l'Etat de New-York.

Presque toutes les espèces arborescentes des divers climats et des différentes altitudes y sont représentées à l'état vivant, en pleine nature, dans les habitats qui leur conviennent, et, cependant, réparties par familles.

On y a établi une bibliothèque et un musée, ainsi que des Laboratoires pour l'étude de la pathologie végétale.

⁂

M. Léon Dufour, Directeur adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, a été nommé en outre Maître de conférences adjoint, à la Sorbonne.

⁂

M. H. Poisson a soutenu avec succès une thèse pour le Doctorat ès sciences naturelles sur la *Végétation du Sud de Madagascar.*

⁂

M. Joxe a soutenu avec succès une thèse pour le Doctorat ès sciences naturelles sur l'*Ouverture des fruits indéhiscents, au moment de la germination.*

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères. Le Gérant, Ch. Pieters

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE.

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Août 1912

N° 284

*Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.*

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 AOUT 1912

I. — QUELQUES PHANÉROGAMES PARASITES DE MADAGASCAR, par **MM. H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bâthie** 321

II. — ÉTUDE ANATOMIQUE DE QUELQUES ESPÈCES D'ASCLÉPIADÉES APHYLLES DE L'OUEST DE MADAGASCAR *(suite)*, par **M. G. Puech** 329

III. — APERÇU SUR LA VÉGÉTATION DU MEXIQUE, par **M. G. Lapie** 344

IV. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 348

Eva Mameli e Gino Pollacci. — Sull' assimilazione diretta dell' azoto atmosferico libero nei vegetali.

Arthur Meyer. — Die Zelle der Bakterien.

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 352

Cette livraison renferme cinq figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve)

QUELQUES PHANÉROGAMES PARASITES DE MADAGASCAR

Par MM. H. JUMELLE et H. PERRIER DE LA BÂTHIE

Quelques Phanérogames parasites ont déjà été signalées à Madagascar.

Baillon, en 1886, à propos d'un *Hydnora* qui lui avait été envoyé de la Réunion par M. C. Jacob de Cordemoy, parlait vaguement (1) d'une espèce analogue qui aurait été observée à Madagascar par M. Grandidier, et dont il ne vit d'ailleurs que les rhizomes.

La même année, M. W. Fawcett (2) décrivait un *Thonningia malagasica*, trouvé en diverses régions de l'île par Cowan, Humblot et Parker. C'était la plante considérée par Baker, en 1884, comme le *Cephalophyton Parkeri* Hook. fils.

En 1888, Baker (3) donnait les caractères d'un *Cylinus Baroni*, récolté dans la région de Mandritsara.

Enfin, en 1907, M. Van Tieghem, dans son étude d'ensemble sur les Balanophoracées, a séparé du *Balanophora Hildebrandtii*, nommé en 1876 (4) par Reichenbach fils, des spécimens que M. Fawcett avait rapportés à cette espèce et qui, pour M. Van Tieghem (5), doivent constituer une nouvelle espèce : le *Balaniella distans*. M. Van Tieghem nomme en même temps *Balaniella Hildebrandtii* la plante de Reichenbach fils.

---

(1) Baillon : *Sur l'organisation des Hydnora* (Bull. de la Soc. Linnéenne de Paris; janvier 1886).

(2) W. Fawcett : *On new species of Balanophora and Thonningia.* (Transact. of the Linnean Society; oct. 1886).

(3) Baker : *On a new species of Cylinus from Madagascar* (Journal of the Linnean Society, 1888).

(4) Journal of Bonaty, 1876.

(5) Van Tieghem : *Sur les Inovulées; alliance des Balanophorales.* (Annales des Sciences naturelles, 1907).

Les notes que nous réunissons ici sont une nouvelle contribution à l'histoire de ces curieux végétaux de notre colonie africaine.

THONNINGIA ET ELEOCARPUS. — Aucun auteur n'a indiqué sur quelles plantes est parasite le *Thonningia malagasica.*

La Tiliacée sur laquelle l'un de nous l'a récolté récemment à Analamazaotra étant nouvelle, nous donnerons d'abord la diagnose de cet arbre nourricier, qui est un *Eleocarpus.*

Rappelons que les assez nombreuses espèces d'*Eleocarpus* malgaches peuvent être nettement distribuées en deux groupes d'après l'inflorescence, puisque, chez les unes, les fleurs sont en grappes, alors que, chez les autres, ces fleurs sont isolées (1).

Notre *Eleocarpus*, qui est un des *voanany* ou *voanakana* des indigènes, appartient au second de ces deux groupes, et se rapproche, par conséquent, déjà, à cet égard, des cinq autres espèces qui, à Madagascar, parmi celles actuellement connues, présentent le même caractère. Et ce sont l'*Eleocarpus dasyandrus* Bak., l'*Eleocarpus quercifolius* Bak., l'*Eleocarpus rhodanthus* Bak., l'*Eleocarpus dalechampioides* Bak., et l'*Eleocarpus rhodanthoides* Bail.

Comme ces cinq espèces aussi, notre voanany est à très nombreuses étamines, dont les anthères sont surmontées d'une longue pointe velue; mais ses feuilles spatuliformes ne ressemblent ni à celles des *Eleocarpus dasyandrus*, *rhodanthus* et *dalechampioides*, qui sont arrondies à la base, ni à celles de l'*Eleocarpus quercifolius*, qui sont subaiguës au sommet, non plus qu'à celles de l'*Eleocarpus rhodanthoides*, qui sont lancéolées, et, d'après Baillon, à sommet seulement obtusiuscule.

C'est un arbre haut de 15 à 25 mètres, à feuilles persistantes, et dont le bois tendre peut être utilisé comme bois de sciage.

Les feuilles sont coriaces et assez longuement pétiolées (10 à 20 mm.). Le limbe, en forme de spatule, est très aigu à la base et commence à se retrécir vers le milieu de sa longueur; son sommet est large et très arrondi, même souvent un peu émarginé. Les dimensions moyennes sont 6 à 10 centimètres de longueur sur 2 à 3 centimètres de largeur. La nervure médiane, rougeâtre à sec, est saillante sur les deux faces, mais surtout sur la face inférieure; les nervures secondaires ne proéminent que sur cette seconde face et sont généralement au nombre de quatre ou cinq, très espacées, très obliques, très incurvées vers l'extrémité.

---

(1) Il est une espèce dont nous ne connaissons pas les caractères, c'est l'*Eleocarpus Bakeri* Vatke.

Les fleurs, d'un beau rouge, sauf à la base des pétales, qui est jaune, sont portées sur de longs pédicelles (2 centimètres) très glabres et sont isolées aux aisselles des feuilles supérieures.

Les sépales, au nombre de 4 à 6, sont un peu soudés entre eux à la base; ils sont ovales (10 mm. sur 5), aigus, coriaces, noirs extérieurement à sec, glabrescents ou parsemés de courts poils sur cette face externe mais revêtus intérieurement d'un duvet roussâtre. Il y a généralement quatre pétales, mais parfois cinq, ou même six. Ces pétales, dans une même fleur, sont assez variables de dimensions et de forme; le plus souvent cependant ils sont trapézoïdes, de 20 millimètres de hauteur, plus larges au sommet (22 mm.) qu'à la base (13 mm.) et sont quadrilobés jusqu'à une profondeur de 8 mm. environ, chaque lobe étant denticulé ou brièvement lacinié. Ils sont pubescents sur les deux faces.

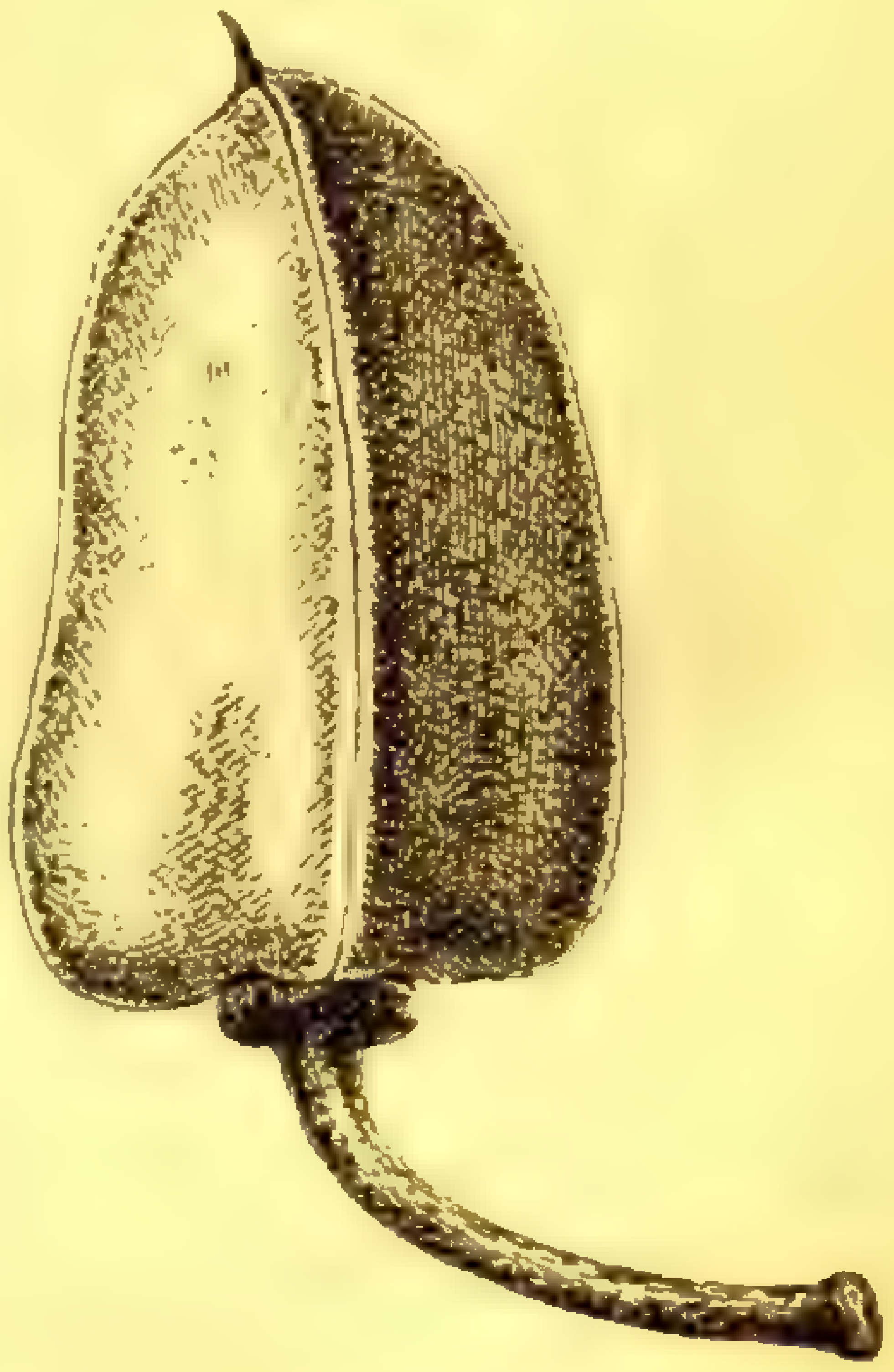


Fig. 1. — Fruit d'*Eleocarpus quadrilobus*.

Il y a plus de 50 étamines, de même hauteur à peu près que le calice, à filets très courts (3/4 mm.), bruns et velus. Les anthères sont aussi très velues, jaunes, et surmontées d'une pointe (1 mm. 5 environ) qui présente la même villosité.

Ce duvet velouté recouvre aussi la surface de l'ovaire, qui est anguleux, et a 4, ou quelquefois 5, loges pluriovulées. Le style long, conique, épais, est également velu.

Le fruit (fig. 1) est une drupe oblongue, à base droite et à sommet arrondi, à section transversale nettement tétragone ou pentagone suivant qu'il y a quatre ou cinq loges, le nombre le plus ordinaire étant quatre. Certaines de ces loges, pendant la maturation, peuvent ne se développer qu'imparfaitement; dans celles qui se développent entièrement sont quelques graines ovoïdes, albuminées, à tégument brunâtre. Les fruits que nous avons vus n'étaient peut-être pas parvenus à maturité complète, quoique les graines paraissent à peu près formées; ils avaient 45 millimètres de longueur sur 35 millimètres de largeur.

Et c'est donc sur cet *Eleocarpus*, que nous nommerons *Eleocarpus quadrilobus*, que l'un de nous a trouvé le *Thonningia malagasica.*

En étudiant les trois espèces actuellement connues du genre *Thonningia*, le *Th. sanguinea* Vahl, du Niger et de la Guinée, le *Th. malagasica* Faw., de Madagascar, et le *Thonningia sessilis* Lec., du Congo Français, M. Van Tieghem dit qu'il n'a pu voir que les tubercules de la troisième de ces espèces et que ceux du *Th. sanguinea* et du *Th. malagasica* sont inconnus.

M. Fawcett, d'autre part, en signalant l'espèce malgache n'a pu indiquer aucun des hôtes sur lesquels elle vit.

Nous pouvons sur tous ces points apporter quelques renseignements complémentaires.

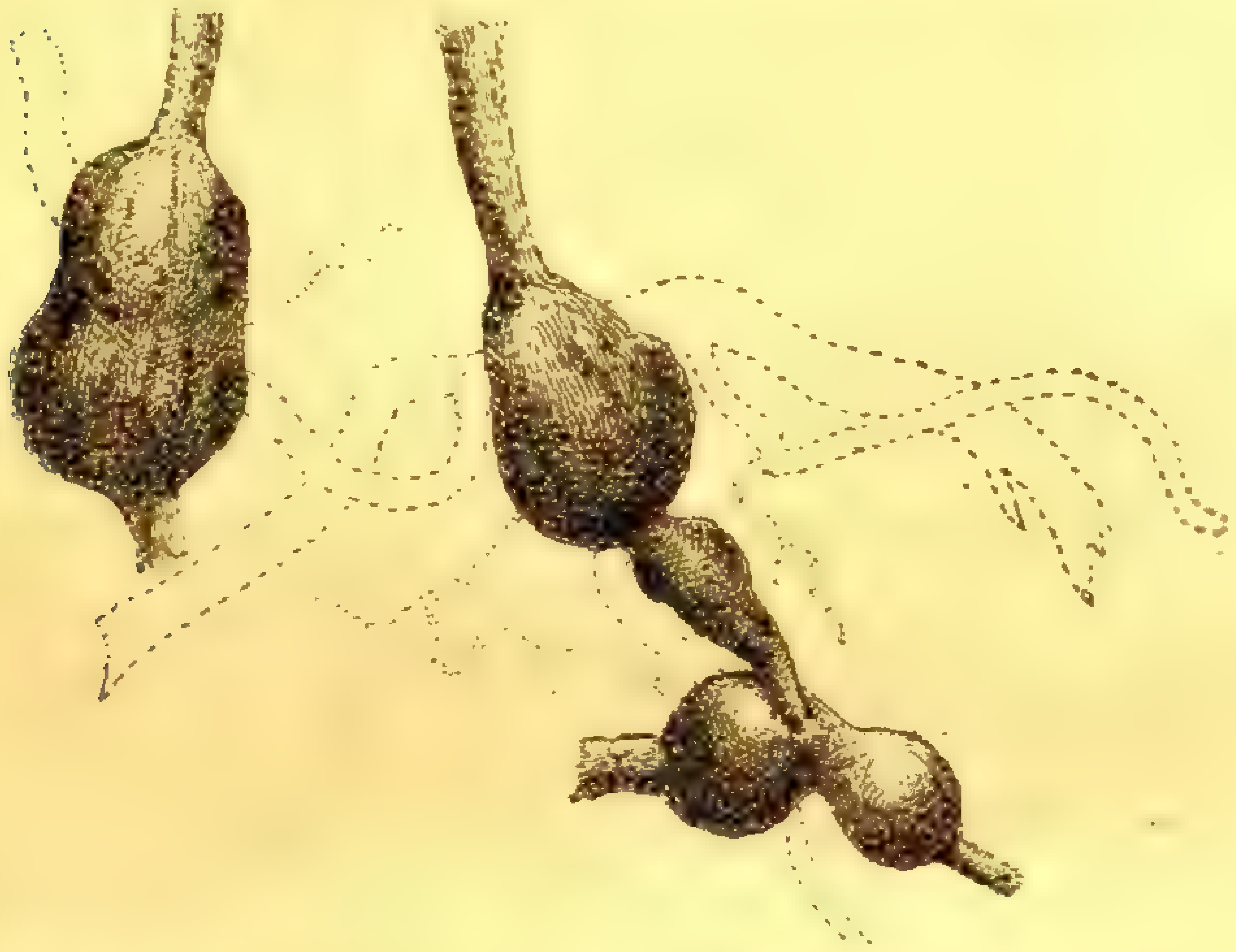


Fig. 2. — Tubercules de *Thonningia malagasica* fixés sur les racines (en pointillé) de l'*Eleocarpus*.

Relativement à l'hôte, nous venons déjà de voir que, au moins dans l'Est, c'est un *Eleocarpus* qui peut servir d'arbre nourricier.

Toutes les radicelles de l'*Eleocarpus quadrilobus* sur lequel l'un de nous a observé le parasite étaient recouvertes d'un épais réseau formé par les cordons souterrains, très développés et très ramifiés, du *Thonningia.*

Tous ces cordons, très velus, ont 5 millimètres environ d'épaisseur. Les inflorescences femelles qui y étaient insérées étaient enveloppées par les écailles jaunâtres qu'a bien décrites et figurées M. Fawcett; et les fleurs du capitule — qui est d'abord jaune, mais brunit ensuite rapidement — présentent, saillant hors du tube calicinal, le style papilleux caractéristique des Langsdorfiées.

Aux niveaux où les cordons sont insérés sur les racines de l'hôte, les tubercules, plus ou moins ovoïdes (fig. 2) ou vaguement arrondis, ont 15 à 25 millimètres de longueur sur 15 à 20 millimètres de largeur. D'après M. Van Tieghem, ces tubercules des *Thonningia* représentent seuls le rhizome, et les cordons qui en partent sont des racines, sur lesquelles se forment des bourgeons endogènes qui deviendront le court rameau écailleux et florifère. C'est du moins ce que M. Van Tieghem a constaté pour le *Thonningia sessilis.*

Dans la forêt d'Analamazaotra, le *Thonningia malagasica* est en fleurs en février.

BALANIELLA HILDEBRANDTII. — Nous ne connaissons pas le *Balaniella distans* v. T., mais l'un de nous, en avril 1909, a découvert, dans le Nord-Ouest, dans le massif du Manongarivo, vers 400 mètres d'altitude, le *Balaniella Hildebrandtii*, qui était parasite sur les racines du *Ficus Baroni.*

Le *Balaniella Hildebrandtii* n'a jamais, croyons-nous, été signalé à Madagascar même, puisque les échantillons de Reichenbach avaient été rapportés de l'île d'Anjouan, et que M. Van Tieghen a séparé de cette espèce, sous le nom de *B. distans*, ceux qui avaient été identifiés par M. Fawcett, et qui seuls provenaient de la grande île.

Sur le *Ficus Baroni* du Manongarivo, les tubercules irréguliers du parasite peuvent atteindre deux fois la grosseur du poing, et ils portent de 5 à 15 rameaux florifères. La partie cylindrique de ces rameaux, qui émerge d'une volve irrégulièrement déchirée, et qui porte, surtout vers sa base, des bractées à sommet arrondi, est d'un blanc jaunâtre sale; les quelques fleurs mâles situées immédiatement au-dessous du cône femelle terminal sont à périanthe jaune clair. Le capitule femelle, qui est conique ou en massue et a 25 mm. de hauteur sur 23 mm., ou moins, de largeur vers la base, est de coloration plus foncée.

Le parasite se plaît surtout dans les bois très obscurs (1).

RHOPALOCNEMIS MALAGASICA NOV. SP. — Nous n'avons pas été peu surpris de constater la présence à Madagascar d'une Hélosidée, puisque, jusqu'alors, aucune de ces Hélosidées (rangées, suivant les auteurs, parmi les Balanophoracées ou les Loranthacées) n'a été vue en Afrique. Les deux genres *Helosis* et *Corynæa* sont américains, et la seule espèce jusqu'ici décrite du troisième genre, le *Rhopaloc-*

---

(1) Cependant l'un de nous l'a retrouvé en mai 1910 sous un *adabo* (*Ficus Sakalavarum*), dans un endroit dénudé de la vallée du Manambo, dans le sud de l'île.

nemis phalloides Junghh., est une espèce des montagnes de Java (1.000 à 2.000 mètres) et de l'Himalaya.

C'est cependant bien un nouveau *Rhopalocnemis* — que nous nommerons *Rhopalocnemis malagasica* — qui a été récolté par l'un de nous, en mai 1909, dans les endroits très ombragés du Manongarivo, vers 1600 mètres d'altitude.

Ces Hélosidées sont décidément presque toujours des Balanophoracées des grandes hauteurs.

Nous ne pouvons dire quelle était exactement la plante nourricière, car elle avait été tuée par le parasite, et il n'en restait que la partie des racines sur laquelle celui-ci s'était fixé, se substituant entièrement à son hôte.

Les tiges florifères sont par touffes de cinq à sept; chacune (fig. 3) part d'un tubercule de 2 à 4 centimètres de largeur sur 3 à 4 centimètres de hauteur.

Frais, l'axe de ces tiges a un pied de 2 à 4 cm. de longueur, sur 18 à 20 mm. d'épaisseur, qui se continue par un épi femelle un peu plus large, arrondi au sommet, de 5 à 7 centimètres de hauteur sur 35 à 40 millimètres de largeur.

Sur les échantillons secs, le pied a, en moyenne, 1 centimètre sur 1, et l'épi conique 5 centimètres sur 2.

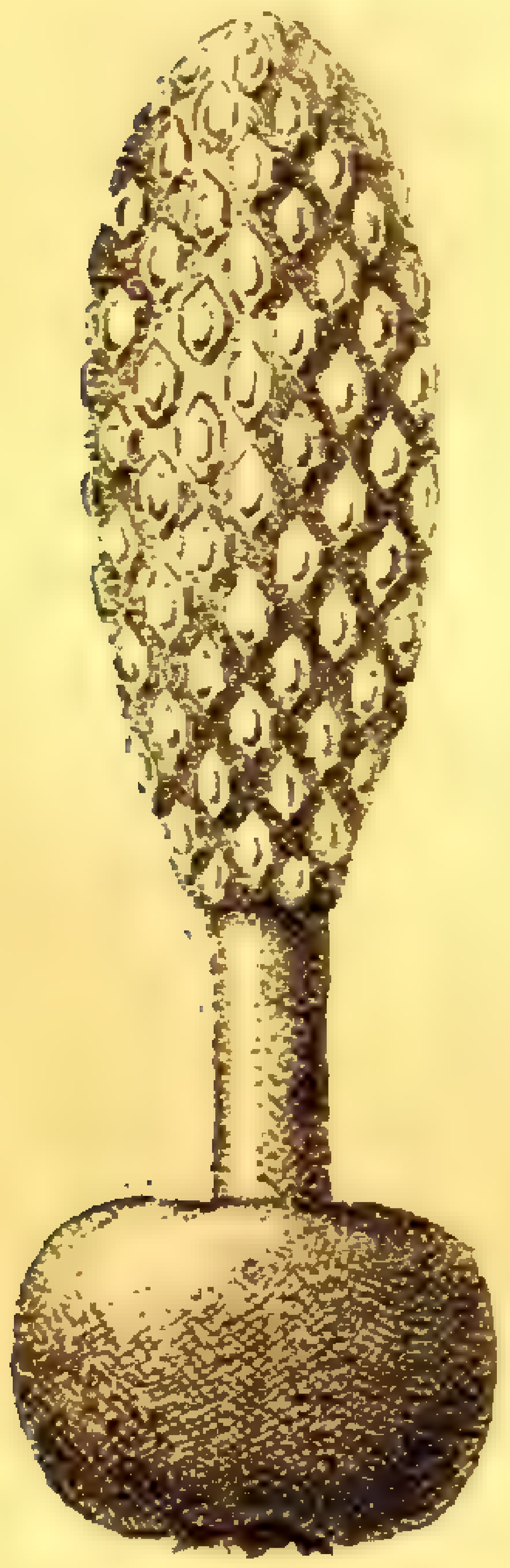


Fig. 3. — ½ Tubercule et épi femelle de *Rhopalocnemis malagasica*.

Les fleurs femelles, dont les styles à sommet glanduleux dépassent un peu l'assise des poils, ressemblent sensiblement — autant que nous avons pu les examiner sur nos échantillons desséchés — à celles du *Rhopalocnemis phalloides*. L'ensemble est recouvert par les grandes bractées en écusson qui, intimement unies par leurs bords, forment une enveloppe continue au-dessus de l'épi.

L'espèce est de dimensions bien moindres que le *Rhopalocnemis* de Java, dont les tubercules atteindraient la grosseur d'une tête d'homme et dont les tiges florifères auraient 20 centimètres de hauteur.

Toute sa surface est d'aspect noirâtre.

Hydnora esculenta nov. sp. — Dans le Sud-Ouest de Madagascar, dans les bassins de la Menanara et de la Linta, les Mahafaly appellent *voantany*, c'est-à-dire « fruit de terre » une Rafflésiacée-Hydnorée qui croît sur les racines d'*Acacia* et d'autres Légumineuses. Les grosses racines charnues de cet *Hydnora*, à l'extrémité desquelles la coiffe est bien apparente, sont à section polygonale, et couvertes de 8 à 10 lignes de ces grosses aspérités que Schimper considère comme des débuts de ramifications avortées. Elles ont de 40 à 60 centimètres de longueur et atteignent jusqu'à 35 millimètres de diamètre; elles sont rarement rameuses. Elles sont brun rougeâtre extérieurement et rouges à l'intérieur.

Les fleurs que ces gros cordons portent de place en place sont de deux sortes. Les unes restent courtes, avec un ovaire large, au-dessus duquel, à une petite distance (5 centimètres de la base), se trouve l'anneau staminal charnu, avec ses cinq angles saillants et ses cinq angles inférieurs. Ces fleurs ont 10 centimètres environ de longueur et 3 centimètres 5 de largeur au niveau de l'ovaire.

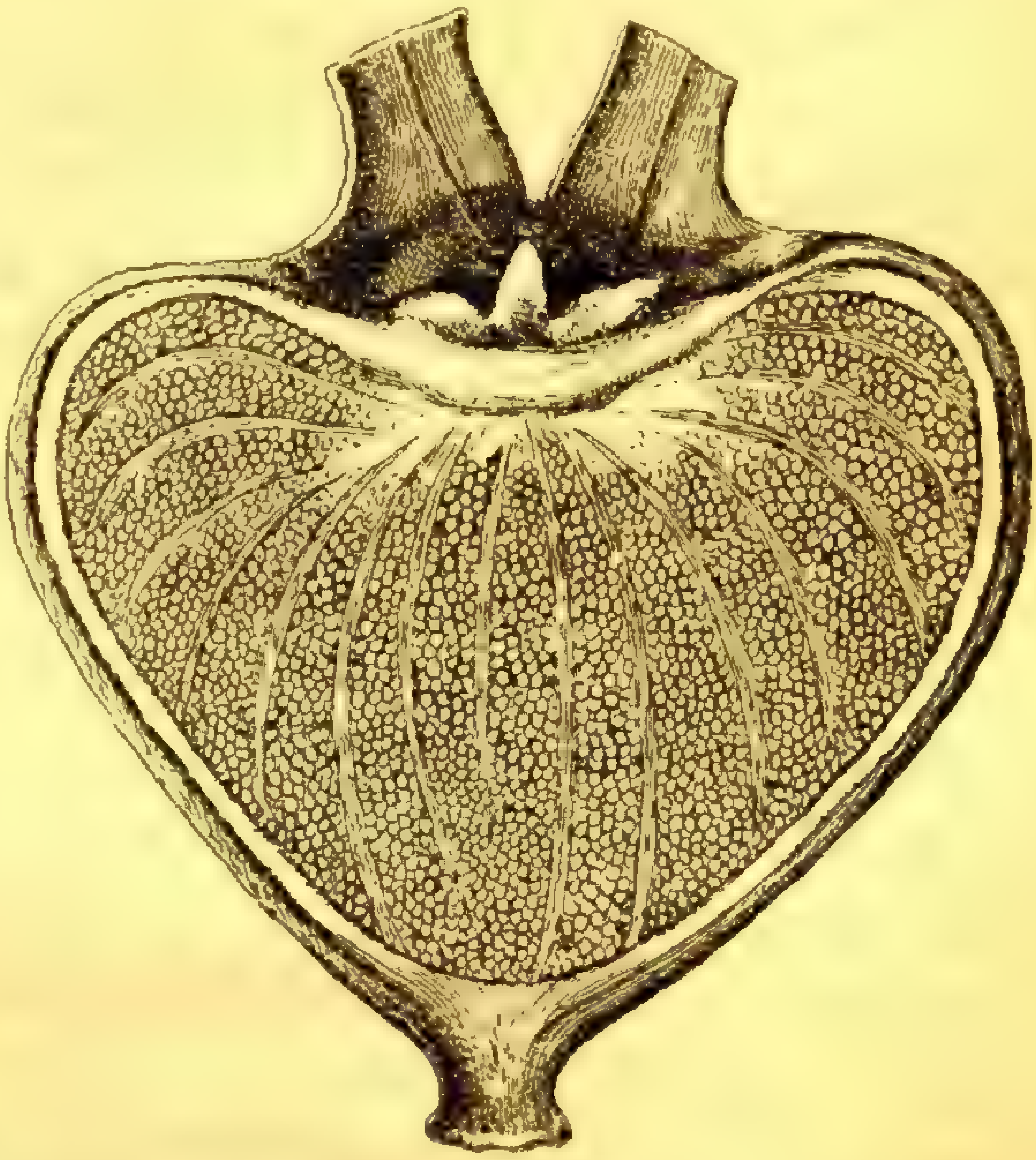


Fig. 4. — Section longitudinale du fruit souterrain de l'*Hydnora esculenta.*

Les fleurs de seconde sorte sont notablement plus longues (15 cm.) et plus étroites (3 cm.); l'ovaire y est manifestement avorté, et l'androcée (à 7 cm. environ de la base) forme un bourrelet onduleux plus grêle. Les cinq divisions périanthiques sont aussi plus étroites.

La réduction de l'androcée — bien qu'elle soit relativement moindre que celle de l'ovaire — ne nous permet pas de supposer que ces dernières fleurs sont des fleurs mâles par avortement, tandis que les premières sont hermaphrodites. Nous croyons plutôt que l'androcée, aussi bien que le pistil, de ces fleurs longues et étroites s'est mal développé, et que ces fleurs sont entièrement stériles.

Ce dimorphisme floral n'a jamais, nous semble-t-il, été mentionné chez les *Hydnora*, et, en particulier, chez l'*Hydnora africana*.

Jamais non plus, à notre connaissance, il n'a été dit que les fruits de ces Hydnorées peuvent être comestibles. C'est pourtant le cas pour notre espèce malgache, qui mérite bien la dénomination spécifique d'*Hydnora esculenta*.

Ces fruits, de forme turbinée (fig. 4), et qui ont, lorsqu'ils sont frais, 10 centimètres de longueur sur une largeur à peu près égale vers le sommet, alors que la base n'a pas plus de 25 millimètres, contiennent, sous une enveloppe ferme et rougeâtre d'à peu près 1 centimètre d'épaisseur, une pulpe blanchâtre, juteuse et acidule, remplie d'innombrables très petites graines noires.

Or cette pulpe a un goût délicieux de pomme-reinette et le *voantany* est certainement un des meilleurs fruits de Madagascar.

Son nom de « fruit de terre » est strictement exact, car lorsque, en mai ou juin, les baies sont mûres, les restes seuls du périanthe qui les surmontent affleurent au niveau du sol, et, pour récolter le *voantany*, il faut creuser dans le sable à quelques centimètres de profondeur.

Étude anatomique
de quelques Espèces d'Asclépiadées Aphylles
de l'Ouest de Madagascar

(Suite)

Par M. G. PUECH

Genre *MAHAFALIA*

Nous avons étudié une seule espèce de ce genre : *Mahafalia nodosa.*

Mahafalia nodosa. — La tige cylindrique de cette espèce, d'un diamètre de 3^{mm} environ dont 0^{mm}68 d'épaisseur pour l'écorce et 1^{mm}7 pour le cylindre central, débute par un épiderme formé de cellules très régulières à parois externes légèrement convexes, peu cutinisées. De nombreux stomates identiques à ceux du genre *Folotsia*, mais plus courts, laissent entre les 2 cellules-mères un ostiole plus large et au-dessous une étroite chambre sous-stomatique. Les cinq assises constituant l'écorce externe contiennent de nombreuses gouttelettes d'huile. L'écorce interne, composée de grosses cellules arrondies séparées par des méats, est totalement dépourvue de fibres et de cellules cristalligènes. Il y a quelques rares laticifères dans la partie tout à fait interne de l'écorce. La zone péricyclique large (0^{mm}25), riche en laticifères, est pourvue dans sa partie externe d'une rangée de gros îlots fibreux à peine séparés les uns des autres par de fines cellules. Ce parenchyme devient plus abondant vers l'intérieur, alors que les faisceaux fibreux sont moins épais et se réduisent même à des groupes de deux ou trois éléments et quelquefois même à des fibres isolées. La zone libéro-ligneuse offre la même étendue que celle des *Folotsia* (épaisseur du bois 0^{mm}068). Au-dessous, un liber périmédullaire extrêmement net s'appuie sur un conjonctif entièrement parenchymateux composé de cellules isodiamétriques disposées en séries concentriques et alternantes. On y observe de nombreux laticifères, mais pas de fibres ni de cellules lignifiées.

Bien que certains caractères communs pouvaient nous engager à placer ce genre à côté du genre *Cynanchum*, nous n'avons pas hésité à le rattacher au genre ***Folotsia*** à cause de la disposition de ses fibres péricycliques et de l'épaisseur de cette zone qui nous permet de passer au genre suivant; il convient de remarquer aussi que la structure de la moelle n'est pas la même que dans les ***Folotsia***, mais la répartition et le nombre des laticifères ne diffèrent pas sensiblement dans l'un et l'autre genre.

PROSOPOSTELMA MADAGASCARIENSE. — Nous arrivons avec cette espèce, à l'épaisseur maxima du péricycle fibreux caractéristique des Asclépiadées étudiées ici. C'est une espèce atteignant de grosses dimensions ($5^{mm}5$ de diamètre) comme les ***Folotsia*** ; et comme dans ce dernier genre, cette épaisseur porte surtout sur le cylindre central; en effet, l'écorce ne mesure guère que $1^{mm}2$ d'épaisseur, alors que le cylindre central atteint 3^{mm} environ. L'écorce externe réduite à 4 assises, débute par un épiderme composé de cellules très régulières à parois externes convexes. Les stomates très nombreux, prennent ici des dimensions considérables. Ce sont toujours deux cellules épidermiques enclavées dans deux cellules voisines très longues interrompant les trois assises sous-jacentes. Sur un ostiole relativement étroit s'ouvre une chambre sous-stomatique assez profonde. L'écorce interne est constituée par une dizaine d'assises de grosses cellules allongées radialement sans méats et disposées très irrégulièrement. On n'y observe pas de fibres cellulosiques, ni de cellules cristalligènes, mais quelques laticifères surtout dans la partie la plus profonde. L'endoderme n'a pas la netteté et la régularité de celui des ***Folotsia***. Le péricycle très large ($0^{mm}4$) présente une disposition un peu spéciale et qu'on ne retrouve pas dans les autres genres. Les fibres péricycliques sont toujours groupées en faisceaux peu épais, mais serrés formant nettement *4 rangées* concentriques et séparés les uns des autres par une seule assise de petites cellules polygonales à parois minces formant une ligne sinueuse entre les paquets de fibres; c'est dans cette assise qu'on observe les laticifères particulièrement nombreux. Au-dessous, un liber étroit réduit souvent à 3 ou 4 vaisseaux en face d'un anneau ligneux relativement mince ($0^{mm}2$) pourvu de gros vaisseaux vers l'extérieur, pauvre en fibres. Le liber périmédullaire est ici extrêmement réduit. Enfin, un conjonctif parenchymateux à gros éléments disposés en assises concentriques renferme de très nombreux laticifères.

SARCOSTEMMA VIMINALE. — Cette espèce se sépare complètement des précédentes ainsi que de certains *Cynanchum*. En effet, alors que dans la tige des ***Fololsia***, ***Prosopostelma*** et certains *Cynanchum* comme *C. edule*, *C. verucosum*, on ne constatait la présence de fibres que dans le péricycle, le *Sarcostemma viminale* nous offre une écorce amylifère pourvue de quelques fibres ainsi que le péricycle d'ailleurs. Nous nous trouvons donc ramenés aux *Cynanchum* que nous avons étudié dès le début, du groupe du *C. macranthum*. La tige fortement étranglée a $2^{mm}6$ de diamètre; l'écorce d'une épaisseur de $0^{mm}68$ environ, débute par une assise épidermique très régulière composée de cellules à parois externes convexes, peu cutinisées avec quelques stomates bien moins abondants en général que dans les autres espèces. Ils sont constitués par deux longues cellules épidermiques interrompant l'assise sous-jacente et séparées par un large ostiole s'ouvrant sur une grande chambre sous-stomatique. L'écorce très réduite, est composée de petites cellules assez régulièrement disposées, sauf au niveau des dépressions où elles paraissent étirées tangentiellement. On observe dans la zone externe de l'écorce quelques cellules riches en cristaux d'oxalate de chaux, et dans la partie profonde, de nombreuses fibres cellulosiques, souvent isolées, quelquefois accolées par groupes de deux ou trois. On n'observe pas ces fibres au point de contact de la tige et d'un rameau. Cette zone corticale est pauvre en laticifères et ces derniers sont situés surtout vers l'intérieur. L'endoderme n'est pas bien différencié. Le cylindre central, beaucoup plus développé que l'écorce ($1^{mm}3$ d'épaisseur) débute par un péricycle assez large ($0^{mm}16$), constitué par une rangée de faisceaux fibreux occupant toute l'épaisseur de la zone et séparés latéralement les uns des autres par un parenchyme riche en laticifères. On n'observe pas de cellules sclérifiées dans la partie profonde de ce péricycle. Le tissu libéroligneux, formant un anneau continu autour de la moelle, offre un développement secondaire plutôt lent (épaisseur du bois : $0^{mm}068$). On y remarque peu de fibres ligneuses, mais dans le liber, quelques rares laticifères. Au-dessous de petits éléments de tissu criblé constituant le liber périmédullaire, vient un conjonctif parenchymateux contenant d'assez nombreux laticifères.

Une coupe tangentielle faite sur un autre échantillon de *Sarcostemma viminale* nous offre une constitution anatomique un peu différente; car la moelle, au lieu d'être entièrement parenchymateuse, est largement lignifiée. Ces cellules ligneuses, polygonales en section radiale, se présentent sur une coupe axiale, assez longues, séparées les unes des autres par une paroi plane ou plus généralement convexe. Nous ne pouvons attribuer cette formation à l'âge de la tige examinée, car les dimensions respectives des deux échantillons diffèrent peu et, d'autre part, les formations secondaires libéro-ligneuses sont également développées dans les deux cas.

Nous pensons plutôt que c'est là une influence du sol; et si l'on se reporte à la note publiée par MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie, on lit que le *Sarcostemma viminale* n'a pas été récolté seulement sur les gneiss d'Ampanihy; certains échantillons viennent du plateau calcaire d'Ankara; or, précisément, c'est de ces deux localités différentes que proviennent nos échantillons, les tiges à moelle sclérifiée appartenant aux individus des gneiss.

GENRE *DECANEMA*

Ce genre se rapproche du *Sarcostemma* par ses fibres cellulosiques corticales; mais alors que dans le *S. viminale* la lignification de la moelle n'est pas un caractère constant ni peut-être même un caractère spécifique, dans le genre *Decanema*, au contraire, nous trouvons toujours une lignification partielle du conjonctif. Nous avons étudié les deux espèces suivantes : *Decanema bojerianum* et *D. luteifluens*.

DECANEMA BOJERIANUM. — Cette tige d'un diamètre de 3^{mm} environ dont $0^{mm}9$ pour l'écorce et $1^{mm}2$ pour le cylindre central, présente sur tout son pourtour de nombreuses dépressions dues à une incurvation assez profonde des cellules épidermiques et au niveau de chaque dépression, un stomate. Ce sont deux cellules épidermiques qui constituent le stomate laissant entre elles un large ostiole suivi d'une étroite chambre sous-stomatique. Les cinq assises sous-jacentes très régulières (écorce externe) ne contiennent pas de fibres. C'est dans l'écorce interne, très développée, que nous retrouvons les fibres cellulosiques isolées ou groupées par deux. Ici encore, pas d'endoderme bien différencié. Quelques laticifères dans la partie tout à fait interne de l'écorce. Le péricycle, assez épais, est constitué par deux rangées de faisceaux fibreux séparés par du parenchyme, les plus épais étant en général dans la rangée externe. Dans la partie tout à fait interne de cette zone, on observe des cellules sclérifiées. Les laticifères sont très nombreux dans la partie parenchymateuse du péricycle. Au-dessous d'un liber à petits éléments pour la plupart en voie de dédoublement tangentiel, un manchon ligneux assez développé (1/12 de mm.) et des îlots libériens périmédullaires séparés les uns des autres par un parenchyme pourvu de nombreux laticifères. Le conjonctif est largement lignifié.

Decanema luteifluens. — Cette espèce n'est distincte anatomiquement de la précédente que par la répartition des laticifères et par les différentes épaisseurs de certaines parties. On observe les mêmes dépressions avec les mêmes stomates sur tout le pourtour de la tige. L'écorce, identique, contient également dans sa partie profonde une grande quantité de fibres; moins cependant que dans *D. bojerianum*. Les laticifères sont très rares dans l'écorce qui contient des cellules à oxalate de chaux, surtout dans la partie externe. La zone péricyclique, constituée aussi par deux rangées de faisceaux fibreux séparés par du parenchyme, est moins épaisse que dans l'espèce précédente, et cependant l'échantillon étudié est un peu plus gros ($3^{mm}25$ de diamètre), quelques rares laticifères dans le péricycle. Les formations secondaires libéro-ligneuses paraissent aussi moins développées. A la périphérie de la moelle, des îlots libériens sont séparés les uns des autres par un parenchyme ligneux suivant immédiatement le bois. Alors que dans toutes les espèces examinées jusqu'ici, la lignification portait surtout sur l'axe de la moelle, nous avons là une lignification du pourtour vers l'intérieur et il est probable qu'une tige un peu plus âgée nous présenterait un conjonctif entièrement lignifié. On observe quelques rares laticifères dans la moelle.

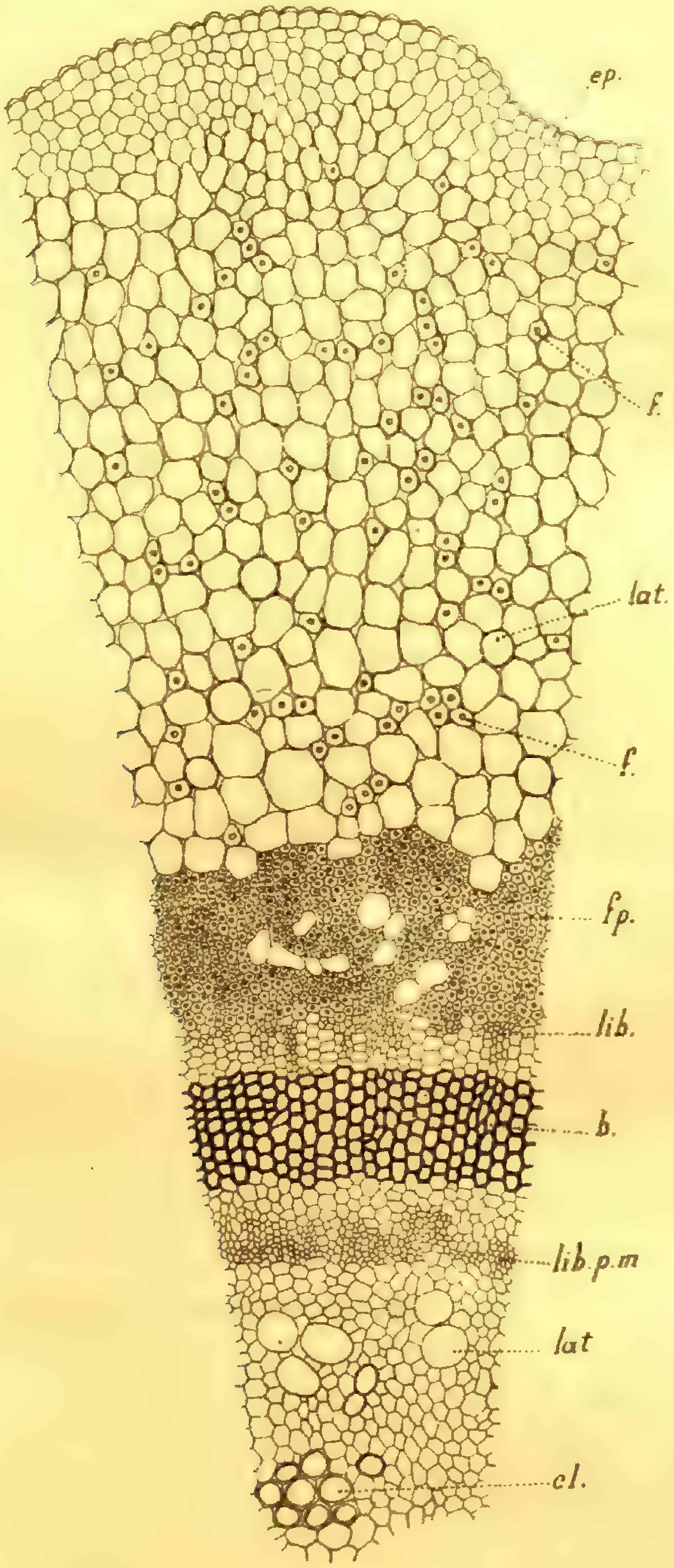


Fig. 4. — *Drepanostema luteum*

DREPANOSTEMA LUTEUM. — Tige cylindrique, d'un diamètre de $3^{mm}3$ environ dont $0^{mm}85$ d'épaisseur pour l'écorce et $1^{mm}5$ pour le cylindre central. L'épiderme est composé d'une assise de cellules sodiamétriques à parois externes convexes, où viennent s'ouvrir de nombreux stomates. Au voisinage de ceux-ci, une incurvation de trois cellules successives détermine une dépression au niveau de laquelle se trouve le stomate proprement dit; les deux cellules-mères sont enclavées dans deux cellules épidermiques allongées radialement; un large ostiole et une chambre sous-stomatique courte. L'hypoderme interrompu par les stomates est très régulier, composé de cellules à fines parois, allongées tangentiellement. La région corticale externe est réduite à 4 assises de cellules très régulières, disposées en files radiales, riches en cristaux d'oxalate de chaux. L'écorce interne, bien développée, est constituée par de grosses cellules ovoïdes, étirées radialement et séparées entre élles par méats ou plutôt par des fibres cellulosiques ici très nombreuses, en général isolées. On observe une grande quantité de laticifères dans l'écorce et ils sont localisés surtout dans la partie interne.

L'endoderme n'est pas bien différencié. La zone péricyclique assez épaisse, se compose d'une seule rangée de faisceaux fibreux occupant toute la largeur de la zone; ils sont séparés latéralement les uns des autres par une assise de petites cellules parenchymateuses où l'on observe fréquemment des laticifères et quelquefois des cellules à oxalate de chaux. On trouve même ces cristaux dans la zone libéro-ligneuse. Celle-ci, peu épaisse, n'offre aucun caractère particulier. Enfin, au-dessous de quelques îlots libériens périmédullaires, un conjonctif d'abord parenchymateux, puis lignifié jusqu'au centre; les assises qui le constituent sont très régulièrement disposées, assez riches en laticifères.

On voit combien ces trois derniers genres sont peu distincts anatomiquement l'un de l'autre et combien il est difficile de les séparer, même en tenant compte de certains caractères secondaires (différence d'épaisseur des diverses zones, développement des formations secondaires, etc.).

Par contre, ils se séparent nettement des *Cynanchum* de l'un et l'autre groupe. A la suite de cet exposé, nous pouvons donc, en nous basant sur l'un ou l'autre des caractères distinctifs que nous avons été amenés à relever, établir le tableau suivant : Un premier caractère nous est fourni par la répartition des fibres.

I. Fibres cellulosiques dans l'écorce.	*Sarcostemma viminale* *Decanema bojerianum* — *luteifluens* *Drepanostema luteum*
II. Fibres cellulosiques dans l'écorce et dans la moelle	*Cynanchum macranthum* — *Messeri* — *mahafalense*
III. Pas de fibres cellulosiques dans l'écorce ni dans la moelle	*Cynanchum edule* — *ampanihense* — *menarandrense* — *radiatum* — *bisinuatum* — *verucosum* — *arenarium* — *implicatum* *Fololsia grandiflora* — *sarcostemmoïdes* *Mahafalia nodosa* *Prosopostelma madagascariense*

Nous avons donc trois groupes différents qui comprennent plusieurs espèces de genres ; mais, en tenant compte à la fois de la disposition des fibres et de la répartition des laticifères, nous pouvons maintenant obtenir les caractères distinctifs entre ces espèces.

I. Fibres celluloriques dans l'écorce.	Péricycle formé de deux rangées de faisceaux fibreux Decanema	Laticifères très nombreux dans le péricycle et la moelle	*D. bojerianum*
		Peu de laticifères	*D. luteifluens*
	Péricycle formé d'une seule rangée de faisceaux fibreux	Fibres peu nombreuses dans l'écorce. Moelle pas toujours lignifiée.	*Sarcostemma viminale*
		Fibres très nombreuses dans l'écorce. Moelle largement lignifiée. Cristaux d'oxalate de chaux	*Drepanostema luteum*
II. Fibres cellulosiques dans l'écorce et dans la moelle.	Grand nombre de fibres dans l'écorce. Péricycle entièrement fibreux		*Cynanchum macranthum*
	Fibres peu nombreuses dans l'écorce. Péricycle parenchymateux peu épais à faisceaux fibreux de 3 ou 4 éléments		*C. mahafalense*
	Fibres nombreuses dans l'écorce. Péricycle parenchymateux très épais à faisceaux fibreux à nombreux éléments		*C. Messeri*

III. Pas de fibres cellulosiques dans l'écorce ni dans la moelle.

- Une seule rangée de faisceaux fibreux occupant toute la largeur du péricycle.......... *C. edule*
- Péricycle entièrement fibreux.....
  - Laticifères très rares .... *C. menarandrense*
  - Laticifères assez nombreux dans la moelle .... *C. radiatum*
- Deux rangées de faisceaux fibreux péricycliques séparés par un parenchyme .... *C. bisinuatum*
- Péricycle parenchymateux pourvu d'îlots fibreux les plus épais vers l'extérieur..
  - Laticifères nombreux dans la moelle.................. *C. verucosum*
  - Laticifères rares .... *C. ampanihense*
  - endoderme
    - Laticifères très rares... *C. implicatum*
    - Laticifères dans la moelle *Folotsia sarcostemmoides*
    - Laticifères très nombreux dans toute la tige .... *Folotsia grandiflora*
    - Laticifères nombreux dans le péricycle et dans la moelle *Cynanchum arenarium*
- Péricycle très épais pourvu de plusieurs rangées de faisceaux fibreux, les plus épais vers l'extérieur.............................. *Mahafalia nodosa*
- Péricycle très épais pourvu de 4 rangées de faisceaux fibreux à nombreux éléments .... *Prosopostelma Madagascariense*

Outre les fibres, les laticifères seules pourrraient d'ailleurs servir aussi de base pour une classification :

- I. Laticifères dans l'écorce, le péricycle et la moelle.............
  - nombreux
    - *Drepanostema luteum*
    - *Folotsia grandiflora*
  - peu nombreux
    - *Cynanchum macranthum*
    - *Cynanchum edule*
- II. Ecorce dépourvue presque complètement de laticifères. Laticifères nombreux dans le péricycle et la moelle..........
  - *Sarcostemma viminale*
  - *Decanema bajerianum*
  - *Mahafalia nodosa*
  - *Cynanchum mahafalense*
  - — *Messeri* (peu nombreux dans le péricycle)
  - *Cynanchum verucosum*
  - — *arenarium*
- III. Laticifères rares dans l'écorce et le péricycle peu nombreux dans la moelle.....
  - *Cynanchum bisinuatum*
  - — *ampanihense*
  - — *radiatum*
  - *Folotsia sarcostemmoïdes*
  - *Prosopostelma madagascariense*
  - *Decanema luteifluens*
- IV. Laticifères rares dans toute l'étendue de la tige. On en observe quelquefois dans la zone libéro-ligneuse.
  - *Cynanchum menarandrense*
  - — *implicatum*

Enfin, nous avons réussi à dresser un tableau général (Voir, p. 338) dans lequel aux caractères précédents vient s'ajouter celui de la sclérification ou non de la moelle.

PÉRICYCLE FIBREUX, LATICIFÈRES RÉPARTIS EN GÉNÉRAL, DANS TOUTE LA TIGE

- Fibres cellulosiques dans l'écorce. Moelle sclérifiée
  - Péricycle formé de 2 rangées de faisceaux fibreux *Decanema* ...
    - Laticifères rares dans l'écorce, nombreux dans le péricycle et la moelle .... ***D. bojerianum***
    - Laticifères peu nombreux dans la moelle .... ***D. luteifluens***
  - Péricycle formé d'une seule rangée de faisceaux fibreux ....
    - Laticifères rares dans l'écorce, nombreux dans le péricycle et la moelle .... ***Sarcostemma viminale***
    - Laticifères nombreux dans l'écorce, le péricycle et la moelle .... ***Drepanostema luteum***
- Fibres cellulosiques dans l'écorce et la moelle. Moelle sclérifiée — *Cynanchum*
  - Péricycle entièrement fibreux ....
    - Laticifères uniformément répartis dans toute la tige, mais peu nombreux .... ***C. macranthum***
  - Péricycle parenchymateux peu épais à faisceaux fibreux réduits à 3 ou 4 éléments ....
    - Laticifères rares dans l'écorce, nombreux dans le péricycle et la moelle .... ***C. mahafalense***
  - Péricycle parenchymateux très épais à faisceaux fibreux à nombreux éléments ....
    - Laticifères rares dans l'écorce, peu nombreux dans le péricycle, nombreux dans la moelle .... ***C. Messeri***
- PAS DE FIBRES CELLULOSIQUES DANS L'ÉCORCE NI DANS LA MOELLE
  - Moelle sclérifiée. Laticifères rares dans l'écorce. Très nombreux dans le péricycle et la moelle .... ***C. verucosum***
  - MOELLE ENTIÈREMENT PARENCHIMENTEUSE
    - Une seule rangée de faisceaux fibreux occupant toute la largeur du péricycle ....
      - Laticifères répandus dans toute la tige, mais peu nombreux.... ***C. edule***
    - Péricycle presque entièrement fibreux ....
      - Laticifères assez nombreux dans la moelle .... ***C. radiatum***
      - Laticifères très rares. On en voit dans le bois et le liber .... ***C. menarandrense***
    - 2 rangées de faisceaux fibreux péricycliques séparés par un parenchyme ....
      - Laticifères assez nombreux dans la moelle .... ***C. bisinuatum***
    - Péricycle parenchymateux pourvu d'îlots fibreux les plus épais vers l'extérieur ......
      - Laticifères en général assez rares, assez nombreux dans la moelle .... ***C. ampanihense***
      - Endoderme nettement différencié
        - Laticifères rares dans l'écorce, très nombreux dans le péricycle et la moelle .... ***C. arenarium***
        - Laticifères très rares dans toute l'étendue de la tige. On en observe dans le bois et le liber .... ***C. implicatium***
      - Moelle très développée d'aspect trabéculaire — *Folotsia*
        - Laticifères uniformément répandus dans toute la tige, mais peu nombreux. ***F. grandiflora***
        - Laticifères très rares dans l'écorce et le péricycle, assez nombreux dans la moelle .... ***F. Sarcostemmoides***
    - Péricycle très épais pourvu de nombreux faisceaux fibreux. Laticifères rares dans l'écorce et le péricycle, assez nombreux dans la moelle... ***Mahafalia nodosa***
    - Péricycle très épais contenant au moins quatre rangées de faisceaux fibreux tous à nombreux éléments. Laticifères assez nombreux dans la moelle .... ***Prosopostelma madagascariens***

CHAPITRE II

Les données anatomiques précédentes étant maintenant acquises, voyons si cette classification diffère beaucoup de la classification basée sur la morphologie externe et dans quelle mesure les deux concordent.

On remarquera tout d'abord que, en nous basant sur la localisation et la disposition des fibres, nous scindons le genre *Cynanchum* en deux groupes bien distincts dont chacun se rattache à des genres bien différents. Ainsi, le genre *Decanema* avec ses fibres dans l'écorce et sa moelle lignifiée, se rattachera plus au *Cynanchum macranthum*, que celui-ci au *Cynanchum edule* qui n'a pas de fibres corticales et dont le conjonctif est entièrement parenchymateux. D'autre part, nous ne pouvons songer à nous baser uniquement sur les laticifères, et si l'on tient compte de leur nombre et de leur répartition, on trouve alors des différences encore plus grandes même pour des espèces très voisines. Ceci, du reste, est exclusivement vrai des *Cynanchum*, car, pour les autres genres, les différentes espèces se relient étroitement entre elles, si on se base uniquement sur la disposition des fibres; ainsi, nos deux espèces de *Decanema* ont toutes les deux des fibres dans l'écorce et la disposition de leurs fibres péricycliques ne diffère pas essentiellement. De même pour les *Fololsia* dont les deux espèces étudiées offrent de nombreux îlots fibreux inclus dans un parenchyme péricyclique.

Si, maintenant, on envisage séparément les deux groupes de *Cynanchum*, on peut voir que les espèces de chaque groupe offrent une unité de constitution anatomique remarquable dont les différences portent surtout sur la disposition des fibres péricycliques et sur la répartition des laticifères. Ainsi, le premier groupe de *Cynanchum* comprend des espèces à moelle lignifiée, tandis que toutes les espèces du deuxième groupe, à part une (*C. verucosum* qui d'ailleurs est un buisson alors que toutes ces espèces sont des lianes), ont un conjonctif entièrement parenchymateux. Quant aux différences de constitution existant entre ces espèces de l'un et l'autre groupe, la répartition des laticifères est de beaucoup la plus importante. En effet, deux espèces très voisines, *C. menarandrense* et *C. ampanihense*, s'éloignent nettement l'une de l'autre par la répartition de leurs laticifères, alors que la disposition de leurs fibres péricycliques diffère peu.

Examinons maintenant quelles relations peuvent exister entre ces espèces suivant la concordance qu'il peut y avoir entre la morphologie et l'anatomie.

D'après la morphologie florale, les espèces *Cynanchum Messeri*, *C. implicatum* et *mahafalense* sont très voisines. D'après MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie, « la fleur du *C. mahafalense* est bien celle du genre *Cynanchum*, et ses lobes alternes sont de petites languettes bi-dentées ou tri-dentées ; que ces mêmes lobes soient un peu plus profonds et plus nettement bifides, et c'est dans l'ensemble la couronne du *Vohemaria Messeri*; quant au *Vohemaria implicata*, si l'on remarque qu'il y a un intervalle un peu plus grand entre deux filaments externes voisins, qu'entre chaque filament externe et le filament interne auquel il est contigu, nous pouvons admettre que la couronne est formée de cinq pièces oppositisépales soudées dans leur partie large et surmontées chacune de trois filaments dont le médian, un peu rentrant, est soudé à l'étamine correspondante. Il n'y aurait pas chez le *C. Messeri* de grande membrane surmontant l'anthère, mais cette membrane, large mais peu haute chez le *C. mahafalense*, est très réduite chez le *C. implicatum* ».— Or, au point de vue anatomique, nous avons vu que si le *C. Messeri* et le *C. mahafalense* se rapprochaient l'un de l'autre, le *C. implicatum* s'en éloigne nettement. On peut même dire qu'aucun caractère ne permettrait de les rapprocher, sauf la sclérification de la partie interne du péricycle.

Les *Cynanchum menarandrense*, *verucosum*, *bisinuatum*, offrent morphologiquement très peu de différences. Dans ces trois espèces, la couronne est ligulée, ainsi d'ailleurs que dans le *C. macranthum*; elle est dépourvue de ligule dans les *Cynanchum Messeri*, *implicatum*, *edule*, *ampanihense*, *arenarium* et *radiatum*; or, anatomiquement, nous sommes obligés de faire entrer dans le même groupe tous ces *Cynanchum* en en exceptant les *C. Messeri* et *macranthum* qui se rattachent tous les deux très étroitement au *C. mahafalense*. Le *C. verucosum*, si voisin du *C. menarandrense* au point de vue morphologique, s'en éloigne anatomiquement; les fibres péricycliques de ces deux espèces offrent bien une disposition analogue, mais la répartition des laticifères n'est pas la même; la moelle du *Cynanchum verucosum* est sclérifiée, celle du *C. menarandrense* est parenchymateuse et ce caractère sépare le *Cynanchum verucosum* des autres espèces du même groupe. Celles-ci, bien qu'étant toutes du genre *Cynanchum*, présentent dans leur constitution florale des caractères tellement distincts que l'on peut s'étonner de voir si peu de différences dans leur constitution anatomique.

Le genre *Decanema* au point de vue floral est très voisin du genre *Cynanchum*; MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie conservent ce genre car, disent-ils, « les fleurs n'ont qu'une seule couronne très ondulée, chacune des ondulations externes et internes étant surmontées d'un petit filament; c'est donc bien la couronne plissée des *Cynanchum* mais avec en plus un autre caractère qui justifie le maintien du genre; ce sont les filaments des ondulations externes (oppositipétales) qui sont plus longs que ceux des ondulations internes (oppositisépales) et cette différence de longueur, faible dans le *D. bojerianum* atteint son maximum dans le *D. luteifluens* ». De même, au point de vue anatomique, ces deux *Decanema* ne peuvent être séparés et se rattachent assez étroitement aux *Cynanchum* du premier groupe (*macranthum*), par leur écorce pourvue de fibres et leur conjonctif largement sclérifié.

Quant au genre *Fololsia* dont la couronne est une couronne de *Cynanchum* (« simple, ondulée avec 10 filaments dont les plus longs correspondent aux ondulations internes »), il constitue un genre assez net se rapprochant du genre *Decanema*, car ce sont les « filaments oppositipétales qui ont la plus grande longueur ». Si l'on considère uniquement l'anatomie, on constate que ces deux espèces de *Fololsia* qui ne diffèrent l'une de l'autre que par la répartition des laticifères, se rapprochent bien un peu du genre *Decanema* par ce dernier caractère, mais s'en éloignent par beaucoup d'autres, notamment par la disposition des fibres. D'ailleurs, ces *Fololsia*, avec leur endoderme bien différencié, le lent développement de leurs formations secondaires, leur conjonctif trabéculaire, constituent un genre méritant une place à part parmi ces Asclépiadées. Cependant, quelques caractères de ce genre se retrouvent dans certaines espèces de *Cynanchum* (*C. arenarium*, *C. implicatum*) à conjonctif très développé, à endoderme bien différencié et leur péricycle n'est pas sans présenter quelque analogie avec celui du genre *Fololsia.*

Le genre *Mahafalia* « dont la couronne a seulement des plissements marginaux » diffère notablement du genre *Cynanchum*, puisque MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie ont cru devoir créer ce genre. Au point de vue anatomique, la différence entre ces deux genres ne porte que sur la disposition des éléments péricycliques. Cette zone est beaucoup plus épaisse dans le *Mahafalia* et les fibres ne sont pas groupées de la même façon.

Le genre *Prosopostelma* se rapproche assez du *Mahafalia* aussi bien par la morphologie que par l'anatomie; mais ces deux genres s'éloignent nettement du *Drepanostema luteum* qui, au point de vue anatomique, se place à côté des *Cynanchum* du type *C. macranthum.* Ce *Prosopostelma*, dont le péricycle si caractéristique en fait un genre bien à part, se rattache aux *Cynanchum* du deuxième groupe (*C. edule*) à la fois par ses laticifères, son écorce dépourvue de fibres et son conjonctif entièrement parenchymateux.

Les genres *Sarcostemma* et *Drepanostema* sont, morphologiquement, très voisins l'un de l'autre, car « les pièces coronaires sont accolées aux étamines (*Drepanostema*), comme les lobes de la couronne intérieure des *Sarcostemma*, mais il n'y a pas la moindre ébauche d'une couronne externe, et les pièces de l'unique couronne semblent indépendantes les unes des autres, chacune étant une petite languette, obtuse, épaisse, en forme de faux, adhérente au dos de l'étamine, comme dans divers *Secamone* ». Si l'on envisage seulement l'anatomie, on constate également une grande ressemblance entre ces deux espèces de deux genres différents; toutes les deux présentent une écorce pourvue de fibres, un conjonctif sclérifié, bien que dans un échantillon nous n'ayons pas constaté cette sclérification (particularité attribuée au milieu), mais même en faisant de cette sclérification un caractère spécifique, ces deux espèces ne s'éloigneraient pas sensiblement l'une de l'autre.

Revenons une dernière fois au genre *Cynanchum* qui, si l'on tient compte de l'anatomie seulement, doit se diviser en deux groupes bien distincts entre lesquels on peut placer sans exception tous les autres genres suivant certains caractères bien nets (position des fibres). Il n'y a pas lieu de s'étonner outre mesure de ce fait, si l'on tient compte de la grande étendue de ce genre qui comprend des espèces bien différentes entre elles à tel point que plusieurs auteurs avaient créé des genres différents. On peut sans doute affirmer, toujours en se basant sur l'anatomie, que certains genres se rapprochent plus de l'un des deux groupes de *Cynanchum* que ceux-ci l'un de l'autre ; cela est vrai si l'on tient compte uniquement de la position des fibres, mais ce n'est pas aussi rigoureusement exact si l'on tient compte dans l'ensemble, d'autres caractères secondaires que l'on peut difficilement faire entrer dans une classification générale tels que : analogie dans la structure de l'écorce, dans la forme des stomates, dans la position des fibres péricycliques, le développement des formations secondaires ; et l'ensemble de ces divers caractères donne malgré tout aux différentes espèces constituant les deux groupes de *Cynanchum* une homogénéité plus réelle qu'apparente. Ainsi nous avons rattaché à l'un des deux groupes de *Cynanchum*, le genre *Folotsia*, et c'est exact si l'on considère la position des fibres ; il n'en est pas moins vrai que des différences énormes (plus grandes que celles qui existent entre les deux groupes de *Cynanchum*) apparaissent dans l'ensemble quand on compare successivement ces deux genres. On pourrait en dire autant pour le *Prosopostelma* et le *Sarcostemma*.

En résumé, malgré les différences anatomiques constatées, malgré même la division en deux groupes des espèces du genre le plus important de ces Asclépiadées (division nécessitée par la mise en évidence de caractères bien nets permettant la distinction immédiate), il existe dans toutes ces espèces une homogénéité de constitution anatomique remarquable due certainement à l'influence du milieu.

APERÇU SUR LA VÉGÉTATION DU MEXIQUE

Par M. G. LAPIE

La division du Mexique en terres chaudes, terres tempérées et terres froides, devenue classique, correspond bien aux grands aspects de la végétation des Etats-Unis mexicains, mais les auteurs sont loin de s'accorder sur les limites de ces trois grandes zones, et il faut admettre avec Ramirez (1) que la plupart des botanistes ont placé dans la zone tempérée des régions que leur climat doit faire considérer comme chaudes, et dans la zone froide des contrées qui sont en réalité tempérées : c'est ainsi que Jalapa, Orizaba et Cordoba doivent être classés dans la zone chaude et la région des ravins du Plateau Central dans la région tempérée; seuls les sommets des hautes montagnes ont réellement un climat froid.

D'une façon générale, ces zones de végétation, résultant des variations de l'altitude, divisent le Mexique en bandes de direction nord-sud; un coup d'œil sur la carte orographique de ce pays suffit pour le faire comprendre. Hemsley (2), le premier, proposa de faire une distinction entre les Etats mexicains du Nord et ceux du Sud, mais il s'est montré, semble-t-il, trop radical en plaçant le Mexique septentrional et le Mexique méridional dans deux régions différentes; en fait, la flore de la zone chaude diffère peu avec la latitude, ou, plus exactement, ce sont les circonstances locales plus que les variations de la latitude qui modifient le caractère de la végétation, c'est ainsi que les forêts de Mangrove de la Basse Californie ont un cachet plus méridional que la végétation des dunes de la Vera-Cruz situées cependant à 5° plus au Sud. Sur le Plateau Central une division entre le Nord et le Sud est plus justifiée.

---

(1) La Vegetación de México por el D^r José Ramirez (México, 1899).

(2) Appendice à la *Biologia Centrali America*, 1887.

Presque tous les auteurs ont fait une distinction entre la végétation du versant Atlantique et celle du versant Pacifique; les différences ne sont en réalité que secondaires.

Dans chacune des trois grandes zones, il convient de distinguer des subdivisions basées sur le degré d'humidité, subdivisions dont la carte reste à établir.

La *zone chaude* présente au bord de chaque Océan une bande littorale à température moyenne annuelle de 25°. Fournier (1) y distingue à juste titre : les dunes et récifs, les prairies intérieures aux dunes, les lagunes et marécages, et donne une liste des plantes de ces stations. J'ai surtout parcouru les dunes du golfe du Mexique, tantôt complètement nues, tantôt couvertes de buissons et de plantes grimpantes; la violence du vent (*Norte*) s'oppose au développement des arbres. Parmi les plantes spécialement utilisables pour la fixation des sables, citons le *Canavalia obtusa* D. C. et le *Cassia cinerea* Ch. et Schel. L'*Ipomœa Pes-capræ* Sweet. et le *Croton maritimum* Walt. prospèrent surtout sur les sables du rivage. On rencontre à l'état subspontané dans le sable, près de la Vera-Cruz l'*Indigofera Anil* L.; c'est une des rares plantes utilisables industriellement qui s'accommode bien des conditions spéciales de cette station.

Mentionnons encore l'*Arundo Donax* L., abondant dans l'Ile du Sacrifice, et que les forestiers français ont planté dans la dune blanche où il prospère rapidement.

C'est à l'intérieur de cette bande littorale que s'étend la région des forêts tropicales dont la végétation est surtout luxuriante aux abords du golfe de Campêche, et qui, avec de nombreux types intermédiaires, fait souvent place à la savanne parsemée de palmiers. Dans cette subdivision phytogéographique croît le *Cœsalpinia pulcherrima*, l'un des plus beaux arbres des tropiques; elle produit la vanille, le cacao, la banane, et se prête merveilleusement à la culture du maïs.

Je n'insisterai pas sur la région chaude des versants océaniques, pays de riches cultures également, bien décrit par les auteurs et que l'on peut admirer aux environs de Jalapa, d'Orizaba et de Cordoba, c'est le pays du printemps perpétuel. Les forêts de chênes sont magnifiques ; les Liquidambars, les orchidées, les fougères arborescentes abondent ; ces dernières font défaut sur le versant Pacifique.

---

(1) Les régions botaniques du Mexique (note jointe à l'édition française de la *Végétation du globe* par Grisebach ; traduction Tchihatchef).

Il faut enfin, si l'on adopte la classification Ramirez, rattacher à la zone chaude une région beaucoup plus sèche, caractérisée par une végétation de Burséracées et de Cactées, occupant le Sud du Plateau Central ; en fait, il serait peut-être plus logique, à cause de la sécheresse de son climat, de grouper cette région avec les suivantes.

La *zone tempérée* est sèche sur les plateaux du Sud, très sèche sur ceux du Centre et du Nord ; les ravins constituent une subdivision humide discontinue.

Le voyageur qui, venant des États-Unis, gagne Mexico par Laredo, traverse successivement ces trois régions. Depuis San Antonio (États-Unis) on note l'absence complète de forêts et l'on n'aperçoit que des pâtures parsemées de quelques arbres, de buissons, et de plantes grasses. C'est encore à travers ces « mesquites » (*Larrea mexicana*, *Fouquiera*, etc.), que s'effectue le trajet après avoir franchi la frontière ; aux environs de Lampazos, j'ai noté l'abondance des Agaves. Vers Stevenson, à ce paysage monotone succèdent de vastes étendues plus tristes encore, couvertes d'un maigre peuplement de *Yucca* avec de nombreux *Cereus*. Les habitants paraissent extrêmement rares, les troupeaux peu nombreux. On rencontre çà et là quelques cultures de maïs, des jardins fruitiers et potagers aux abords des points d'eau.

En approchant de la vallée de Mexico, qui appartient à la subdivision Sud, l'Agave (Maguey) devient de plus en plus cultivé. Cette vaste dépression était autrefois occupée par de nombreux lacs dont le lit aujourd'hui desséché constitue des plaines désolées ; c'est ainsi que le lac de Texcoco a fait place à un désert salé dont les sables menacent la capitale, et c'est en vain, semble-t-il, que l'on cherche à fertiliser cette région en y creusant des puits artésiens, et à la boiser en Eucalyptus.

Cependant, la vallée de Mexico est fertile sur d'autres points et le lac de Xochimilco en particulier présente sur ses *chinampas* (1) des cultures très variées.

Dans la *zone froide*, l'air est certainement très sec, mais les précipitations atmosphériques sont assez abondantes pour que cette région soit considérée comme présentant une certaine humidité; elle comprend des forêts de chênes et de conifères dont l'aspect rappelle beaucoup celles de l'Europe. Si, par exemple, on gravit les montagnes qui s'élèvent au Sud de Mexico, on traverse d'abord un horizon de forêts feuillues que le voyageur a tout loisir d'observer en suivant la ligne de Mexico à Cuernavaca. Aux environs d'« El Parque » les chênes apparaissent couverts de bouquets de zoocécidies absolument semblables à de grosses pêches veloutées; cet aspect fort curieux de la forêt est dû à un Cynipide que l'abbé Kieffer a décrit sous le nom de *Disholcaspis Lapiei* (1).

---

(1) L. G. Seurat : Culture des plantes européennes à Mexico (*Revue générale de botanique* T. X, p. 273.

J'ai noté, mêlés aux chênes, dans le val de Contreras, l'*Alnus Jorullensis* H. B. K., *l'Alnus firmifolia* Fern., le *Ceanothus azureus* Desf., et parmi les buissons : le *Senecio cinerarioides* H. B. K., le *Baccharis cuneata* D. C., le *Budleia lanceolata* Benth., etc.

Ailleurs, la forêt feuillue est remplacée par le *Pinus Patula* Sch. et D., avec çà et là des bouquets de *Cupressus thurifera* Schl..

Vers 2.800 m. apparaît la forêt d'*Abies religiosa* Lindl., qui fait place sur les plus hauts sommets du district fédéral au *Pinus Hartwegi* Lindl. couvert de nombreux lichens.

Le sapin sacré ne se rencontre pas sur toutes les hautes montagnes du Mexique, mais on trouve par contre dans la région de Chihuahua, à Pachuca (Hidalgo), etc., le *Pseudotsuga Douglasii* Carr. qui fait défaut aux environs de Mexico.

Sur le Popocatepetl, le Pin de Hartweg disparaît vers 3.800 m. pour faire place à la végétation herbacée; à 4.200 m. on ne rencontre plus que des mousses et des lichens jusqu'à la zone des neiges éternelles.

Nous n'avons pu donner dans ces quelques pages qu'un bien faible aperçu sur la végétation du Mexique et cette vaste région offrira longtemps encore au botaniste un champ d'études extrêmement variées.

---

(1) *Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten*, II. Abteilung, Bd. 29, 1911; Heft 12/14, p. 346.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Eva Mameli e Gino Pollacci. — **Sull' assimilazione diretta dell' azoto atmosferico libero nei vegetali,** con tre tavolo litografate e figure intercalata (*Atti dell' Istuto Botanico della R. Università di Pavia.* S. II, V. XIV, 1911).

Les auteurs se sont proposé de rechercher si les végétaux verts ne pouvaient assimiler directement l'azote atmosphérique libre.

Les conclusions de M^{lle} Mameli et de M. Pollacci sont que, en général et beaucoup plus qu'on ne le croyait, les végétaux chlorophylliens, des Algues aux Phanérogames, peuvent, suivant les conditions dans lesquelles ils vivent, assimiler l'azote libre de l'atmosphère.

Les cultures entreprises ont été faites dans un sol ou dans une solution nutritive et dans un air *absolument privés* de tout composé azoté; les auteurs ont eu soin de faire l'analyse des sels et même de l'eau distillée composant les solutions nutritives, afin d'être bien certains qu'ils ne renfermaient pas de substance azotée.

Beaucoup de cultures devant durer plusieurs mois, l'air (débarrassé de tout composé azoté) devait être renouvelé dans l'appareil; un compteur permettait de connaître la quantité d'air y ayant passé, chose très importante, puisque cet air était analysé avant et après son séjour dans l'appareil afin de calculer la quantité d'azote absorbée par les végétaux en expérience.

Beaucoup de microorganismes ont la propriété d'assimiler l'azote de l'air; aussi, pour se soustraire dans leurs cultures à cette cause d'erreur, M^{lle} Mameli et M. Pollacci ont eu bien soin de stériliser, avant de les mettre en expérience, les graines et les plantes dont ils se sont servis. Comme agent de stérilisation, ils ont accordé la préférence, après divers essais, à l'eau oxygénée plus ou moins concentrée, suivant les plantes et les graines à stériliser.

Les cultures étant faites dans ces conditions, voici les résultats obtenus : des *Spirogyra, Zygnema, Œdogonium* et des *Protococcus* se sont très bien développés. La synthèse de quelques Lichens (*Physcia parietina, Cladonia furcata, Lecidea* sp.), en partant d'une cellule de *Protococcus* et d'une spore de Champignon, a réussi; après plusieurs mois, les thalles avaient de 10 à 15 mm. de diamètre.

Parmi les Mousses, l'*Amblystegium irriguum* a seul prospéré.

L'*Azolla caroliana* et le *Salvinia natans* se sont montrés extraordinairement aptes à l'absorption de l'azote de l'air.

Des plants de *Tradescantia*, d'*Anthurium*, de *Canna*, les *Lemna major* et *L. minor* ont donné des résultats positifs.

Des semis de *Raphanus sativus*, *d'Acer Negundo*, de *Cucurbita Pepo*, de *Polygonum Fagopyrum* ont réussi, relativement du moins, car il faut le reconnaître, les plantes cultivées sans composés azotés ne se développent pas aussi bien que celles qui n'en sont pas privées, mais il n'en est pas moins certain que l'analyse y a démontré une notable augmentation d'azote, et cet azote, l'air seul (privé de tout composé azoté) avait pu le donner.

Des cultures de *Raphanus sativus*, d'*Acer Negundo* et de *Solanum nigrum* faites dans des sols contenant des quantités connues et variées d'azote combiné et dans un air privé de composés azotés, ont démontré que la quantité d'azote atmosphérique assimilé était toujours d'autant plus grande que la quantité de composés azotés offerts était plus petite.

Les auteurs concluent de ces expériences que, en général, les végétaux, des Algues aux Phanérogames, ont le pouvoir d'absorber l'azote libre de l'atmosphère et qu'ils peuvent, suivant les conditions dans lesquelles ils sont placés, en faire usage avec une plus ou moins grande activité quand la nécessité les y contraint. Ils reconnaissent, cependant que beaucoup d'espèces ayant depuis longtemps de l'azote combiné à leur disposition, ne peuvent s'en passer.

Pour terminer M^{lle} Mameli et M. Pollacci, abordant l'hypothèse, cherchent à expliquer le mécanisme de l'absorption de l'azote atmosphérique.

Les théories modernes sur la catalyse, les substances colloïdales et les enzymes (si abondants dans les cellules végétales) et aussi, en dehors des êtres vivants, les expériences de Lœw et aussi celles de Haber, qui a obtenu de l'ammoniaque au moyen d'un mélange d'air et d'hydrogène en présence d'une substance catalysante, les incitent à admettre que le phénomène de la fixation de l'azote libre par le protoplasma des plantes supérieures peut arriver par la combinaison de l'azote avec de l'hydrogène actif pour former un composé azoté.

L'azote qui pénètre dans les plantes, avec les autres éléments de l'air, se trouverait dans les cellules en présence d'hydrogène rendu actif, soit parce qu'il est à l'état naissant, soit par l'action d'un enzyme ou d'une substance catalysante; de ce contact résulteraient un ou plusieurs composés azotés.

L'hypothèse proposée par M^{lle} Mameli et M. Pollacci est représentée par l'équation suivante :

$$\mathrm{Az} + \mathrm{H}^3 + \text{catalysateur} = \mathrm{AzH}^3.$$

Cette hypothèse est très plausible, puisque Sachs, Schlœsing, Mayer, etc., ayant démontré que les feuilles sont capables d'assimiler directement l'ammoniaque de l'air, il semble permis de supposer que l'ammoniaque qui se formerait dans l'intérieur de cellules pourrait être, lui aussi, utilisé par la plante pour la synthèse des composés azotés. Maurice Thouvenin.

Arthur MEYER. — **Die Zelle der Bakterien,** vergleichende und kritsche Zusammenfassung unseres Wissens über Backterienzelle für Botaniker, Zoologen und Backteriologen. — (1 planche colorée et 34 figures de texte). Gustave Fischer, Iéna, 1912.

L'auteur s'est attaché à résumer dans ce livre, toutes nos connaissances actuelles sur la cellule des bactéries, c'est-à-dire tout ce qui concerne la morphologie, le développement, la cytologie et les relations entre la structure et la physiologie de ces organismes. Ce livre présente un intérêt tout spécial, parce que l'auteur, très connu par ses travaux sur la cytologie des Bactéries, est amené à y exposer ses recherches personnelles sur la question et à y ajouter quelques observations inédites.

Le livre comprend trois parties : Dans la première, A. Meyer, définit ce qu'il appelle les Eubactéries, qui sont seules l'objet du livre. Par Eubactéries, l'auteur entend toutes les Bactéries en dehors des Chlamydobactéries et des Myxobactéries. Cette partie comprend en outre une classification des Eubactéries qui s'inspire de celle de Migula et des récentes recherches de Molisch et Vahle.

A. Meyer distingue dans les Eubactéries, huit groupes qui correspondent aux genres : *Bacillus, Spirobacillus* (Spirilles à spores endogènes), *Pseudomonas,* (bactéries à oïdies cylindriques avec cils polaires), *Spirillum, Microspira* (Spirilles avec 1 seul, rarement 2 à 3 cils polaires), *Micrococcus* et *Sarcina.*

Quelques-uns de ces groupes sont divisés en sections. C'est ainsi que :

Le groupe *Bacillus* est décomposé en sections : *Bacterium, Rhodobacillus* (bacilles à bactériopurpurine) et *Eubacillus.*

Le groupe *Microspira* comprend les deux sections : *Rhodospira* (avec bactériopurpurine) et *Eumicrospira.*

Le groupe *Streptococcus* se divise en trois sections : *Planostreptococcus* (avec cils), *Fixostreptococcus* (sans cils), et *Rhodostreptococcus* (avec bactériopurpurine).

Le groupe *Micrococcus* se décompose également en trois sections : *Fixococcus* (sans cils); *Planococcus* (avec cils) et *Rhodococcus.*

Enfin, le groupe *Sarcina* en : *Planosarcina* (avec cils), *Fixosarcina* (sans cils) et *Rhodosarcina.*

L'auteur range à part les genres *Rhabdomonas* et *Chromatium* qui ne lui paraissent pas suffisamment connus pour pouvoir être classés d'une manière définitive.

Dans la seconde partie, A. Meyer examine la question de la position des Bactéries dans la classification. Cette partie offre un intérêt spécial parce que l'auteur y expose ses idées qui diffèrent notablement de l'opinion classique. L'auteur n'admet pas qu'on puisse rapprocher (comme le font presque tous les botanistes), les Bactéries des Cyanophycées, car les bactéries diffèrent essentiellement des Cyanophycées par leur absence de chlamydospores. D'autre part, le rapprochement établi par certains auteurs entre les Bactéries et les Protozoaires lui paraît sans fondement. Pour lui, les Bactéries sont très voisines des champignons. Elles n'offrent pas de chlorophylle et la plupart d'entre elles végètent sous forme de filaments comparables aux hyphes des champignons. Comme cela s'observe dans beaucoup d'Ascomycètes et de Basidiomycètes, ces filaments se tronçonnent en éléments courts qui se détachent et qu'on peut assimiler à des oïdies. Enfin, par leur sporange, les Bactéries se rapprochent beaucoup des Hémiascomycètes et des Euascomycètes. C'est donc au voisinage des Ascomycètes qu'il faut les placer.

La troisième partie, de beaucoup la plus longue, comprend l'étude de la cellule. L'auteur y examine successivement et d'une manière très détaillée, le noyau, le cytoplasme, les plasmodesmes, les cils, la membrane, le développement, les formes de reproduction (oïdies et sporanges), les vacuoles, les matières de réserve (glycogène, volutine, graisses), et divers produits de la cellule (grains de soufre, matières colorantes), la bactériopurpurine et son rôle physiologique.

L'étude du noyau et celle de la volutine qui ont été l'objet de nombreuses études de la part de l'auteur sont les parties les plus intéressantes. L'étude du noyau en particulier mérite d'être analysée ici.

On sait que contrairement à l'opinion d'un très grand nombre d'auteurs et à la nôtre en particulier, qui admet l'existence d'un noyau rudimentaire ou diffus, A. Meyer a toujours soutenu que les bactéries renferment un noyau typique. D'après A. Meyer, ce noyau est toujours très petit (0 µ 3 de diamètre environ). Il se présente sous forme d'un grain sphérique et notablement plus réfringent que le cytoplasme; il offre les caractères histo-chimiques de la chromatine et se distingue très nettement à ce point de vue des autres inclusions colorables de la cellule (graisses et volutine). Les corps avec lesquels il pourrait être le plus facilement confondu sont les grains de volutine (que nous avons désigné sous le nom de corpuscules metachromatiques). Mais il est facile de distinguer les grains de volutine du noyau par une réaction indiquée par l'auteur. Cette réaction est la suivante : on colore la préparation pour une solution aqueuse à 10 % de bleu de méthylène et on la traite ensuite pour une solution aqueuse à 1 % de SO^4H^2. Le noyau et le cytoplasme se décolorent aussitôt et seule la volutine conserve sa coloration.

L'auteur n'a jamais pu observer d'une manière précise le processus suivant lequel le noyau se divise. Le noyau est, en effet, trop petit pour permettre l'étude de sa division.

L'existence de ce noyau paraît démontrée selon l'auteur dans la plupart des bactéries; il reste cependant encore très mal connu dans les genres *Sarcina* et *Micrococcus*, où il a été décrit par Ellis et et Mencl, mais d'une manière incomplète. D'autre part, l'auteur estime que nos connaissances sur le noyau des genres *Streptococcus*, *Spirillum*, *Microspora* et *Pseudomonas* sont encore très obscures.

Le livre de A. Meyer est illustré d'un grand nombre de figures. Par la richesse de sa documentation et les idées personnelles qu'y expose l'auteur, il est destiné à rendre de grands services.

A. Guilliermond.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. J. A. Samuels a soutenu avec succès une thèse de Doctorat de l'Université de Paris sur le sujet suivant : ÉTUDE SUR LE DÉVELOPPEMENT DU SAC EMBRYONNAIRE ET SUR LA FÉCONDATION CHEZ LE *GUNNERA MACROPHYLLA* Bl.

⁂

M. Louis Gain a passé avec succès sa thèse pour le Doctorat d'État à la Faculté des Sciences de Paris. Son mémoire est intitulé : LA FLORE ALGOLOGIQUE DES RÉGIONS ANTARCTIQUES ET SUBANTARCTIQUES.

⁂

M. Schwendener a été élu associé étranger de l'Académie des Sciences de Paris.

⁂

Le Prix Jérôme Ponti a été attribué par l'Académie des Sciences à M. Georges Rouy.

⁂

M. Henri de Boissieu, Président de la Société des Sciences naturelles de l'Ain, qui s'occupait avec zèle de Botanique descriptive, a fait une chute mortelle, au Rocher des Sangles, dans les montagnes de l'Ain, au cours d'une herborisation.

Lille. — Imp LE BIGOT Frères.

Le Gérant : Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Septembre 1912

N° 285

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1912

I. — EDOUARD BORNET, par **M. Gaston Bonnier**. . . 353

II. — NOTE SUR QUELQUES CHÊNES MIOCÈNES ET PLIOCÈNES DE LA VALLÉE DU RHÔNE, par **M. G. Depape** 355

III. — LES BAOBABS DU SUD-OUEST DE MADAGASCAR, par **MM. H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bâthie** 372

IV. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 381

Georges Rouy. — Flore de France, tomes XII et XIII.

E. Fouard. — Recherches sur une méthode de préparation des membranes semi-perméables, et son application à la mesure des poids moléculaires, au moyen de la pression osmotique.

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 384

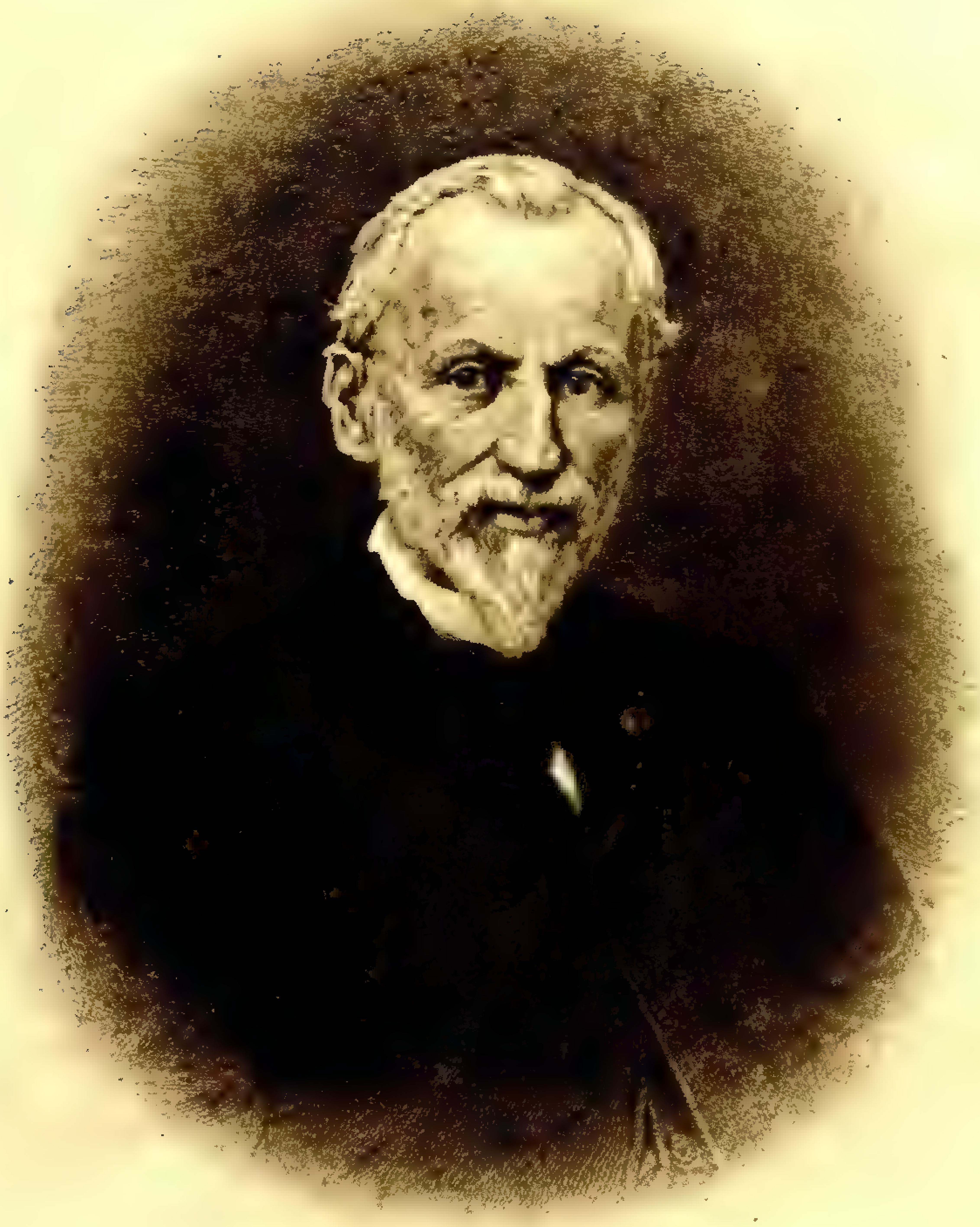
VI. — RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES. I

Planches contenues dans cette livraison

Planche 11. — *Chênes tertiaires de la vallée du Rhône.*
Planche 12. — *Chênes tertiaires de la vallée du Rhône.*
Planche 13. — *Adansonia digitata, à Majunga.*
Planche 14. — *Adansonia Grandidieri.*

Cette livraison renferme en outre le portrait d'Edouard Bornet et huit figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).



ÉDOUARD BORNET

1828 – 1911

Héliog Dujardin

(Revue générale de Botanique, t. 24)

ÉDOUARD BORNET

Nous publions dans ce numéro, le portrait d'Édouard Bornet, le Maître français enlevé à la science le 18 décembre 1911.

Sur la biographie et les travaux de M. Bornet une notice détaillée, rédigée par M. Guignard, a paru dans les Comptes Rendus de l'Académie des sciences (1). On y trouvera l'exposé des belles découvertes de l'éminent savant depuis ses premières recherches de systématique sur des plantes très variées (1850-1865) et ses travaux classiques sur les Floridées, en collaboration avec Thuret (1866), jusqu'aux Notes Algologiques publiées dans ces dernières années.

Je ne dirai donc ici que quelques mots personnels pour donner à mon tour un souvenir ému et reconnaissant au Maître qui n'a cessé de m'encourager pendant toute ma carrière. J'avais eu le grand plaisir d'être présenté à M. Bornet par Decaisne en 1877. Quelques années après, M. Bornet me proposa de faire avec lui et le fidèle M. Gomont muni de son microscope portatif, des promenades aux environs de Paris, auxquelles, peu de temps après, vinrent se joindre les élèves de l'École Normale de la Section des Sciences naturelles, récemment créée. C'est dans ces promenades, où nous étions initiés à la connaissance des Cryptogames, en particulier des Algues d'eau douce et des Lichens, que se développaient complètement la gaîté, l'entrain et la bienveillance inlassables de M. Bornet qui venait avec nous comme un simple compagnon de promenade, amateur de Botanique ; mais à la première explication qu'il nous donnait sur un végétal quelconque venant d'être récolté, se révélait immédiatement le grand savant.

Ces initiations, en pleine nature, ont été pour moi, et pour ceux de mes élèves qui ont eu le privilège d'y assister, des journées inoubliables. Au cours de ces excursions, tant de questions abordées, tant d'idées suggestives venant d'une source inépuisable ont provoqué chez nous bien des recherches ultérieures.

---

(1) Comptes Rendus, t. 154, p. 461, 1912.

En ce qui me concerne, je n'en citerai qu'une seule, que je dois entièrement aux encouragements de M. Bornet qui avait bien voulu suivre pas à pas mes expériences. M. Bornet, l'un des premiers, était parvenu à réaliser le début de la synthèse des Lichens par l'association d'une Algue et du Champignon issu de la spore d'un Lichen. Quelques années plus tard, M. Stahl obtenait le développement et la fructification de Lichens très spéciaux en associant le Champignon du Lichen aux gonidies mêmes produites par ce Lichen. M. Bornet ne trouvait pas ces expériences, soit les siennes propres, soit celles de M. Stahl, suffisamment démonstratives. C'est alors qu'il me proposa de les reprendre en partant de cultures pures d'Algues et en réalisant la synthèse réelle et complète de Lichens appartenant aux genres les plus différents; c'est certainement grâce à ses conseils et à sa profonde connaissance de ces organismes que je dois d'avoir pu aboutir dans ces recherches.

Je ne veux pas terminer cette courte Note sans associer la *Revue générale de Botanique* à la reconnaissance que je dois à l'illustre Maître. C'est M. Bornet qui a le plus suscité l'apparition de ce Recueil, et il a bien voulu y publier lui-même l'un de ses derniers Mémoires sur les *Ectocarpus*, indiquant par là qu'il prenait la *Revue* sous sa protection et lui faisait le grand honneur d'y figurer comme collaborateur.

Gaston Bonnier.

NOTE SUR QUELQUES CHÊNES MIOCÈNES ET PLIOCÈNES

de la Vallée de Rhône

Par M. G. DEPAPE

Mon regretté maître, l'abbé Boulay, se proposait de publier les végétaux fossiles recueillis par lui dans les formations tertiaires de l'Auvergne et de la vallée du Rhône. Guidé par ses travaux (1) et par ses notes manuscrites, je me propose de continuer ses publications paléontologiques, en utilisant ses collections et les documents que j'ai pu y ajouter depuis 1905.

Les empreintes végétales étudiées dans cette note proviennent des gisements tertiaires de la vallée du Rhône. Quelques-unes ont été recueillies dans les formations à tripoli de Rochesauve, près de Privas. Voisins et presque contemporains de ceux du Mont-Charay, ces dépôts contiennent une flore miocène. Les autres proviennent des argiles pliocènes de Saint-Marcel d'Ardèche.

I. — **Quercus suber** L. var. *pliocenica* N. Boulay.

Fig. 1, B; Pl. 11, fig. 1-4.

1. Description. — Les feuilles de Saint-Marcel ont généralement une forme ovale-oblongue; la longueur, comptée de l'extré-

---

(1) Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas (Ardèche). *Bull. Soc. Bot. de France*, 1887, t. XXXIV, p. 227-239, 255-279.

Flore pliocène des environs de Théziers (Gard). Klinksieck, 1890.

La flore pliocène de la vallée du Rhône. *Rev. de Lille*, 1890.

Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-de-Dôme) Savy, 1892.

Notice sur la Constitution géologique des environs de Privas. *Rev. du V varais*, 1895.

Flore fossile de Gergovie (Puy-de-Dôme). *Ann. Soc. Scient. de Bruxelles*, 1898-1899.

mité du pétiole, varie de 40 à 70 millimètres et la plus grande largeur, atteinte vers le tiers inférieur, mesure 15 à 30 millimètres. Le limbe, rétréci aux deux extrémités, présente 4 à 6 dents de chaque côté. Le pétiole, dont l'extrémité est légèrement renflée, a une longueur de 5 à 12 millimètres, et il se continue par la nervure principale qui se rend directement à la dent du sommet. Les nervures secondaires, au nombre de 5 à 7 paires, les inférieures opposées ou subopposées, les autres alternes partent sous un angle aigu (30 à 35°) de la nervure principale. Généralement simples, elles ont un trajet rectiligne ou arqué et vont se terminer dans les dents.

Elles sont réunies par des nervures tertiaires fines et sinueuses qui, avec leurs anastomoses, délimitent des espaces souvent pentagonaux, subdivisés eux-mêmes en mailles très fines. Des anastomoses en arc unissent les dernières nervures tertiaires, à une petite distance du bord du limbe et relient ainsi entre elles les nervures secondaires (voir la feuille B, fig. 1).

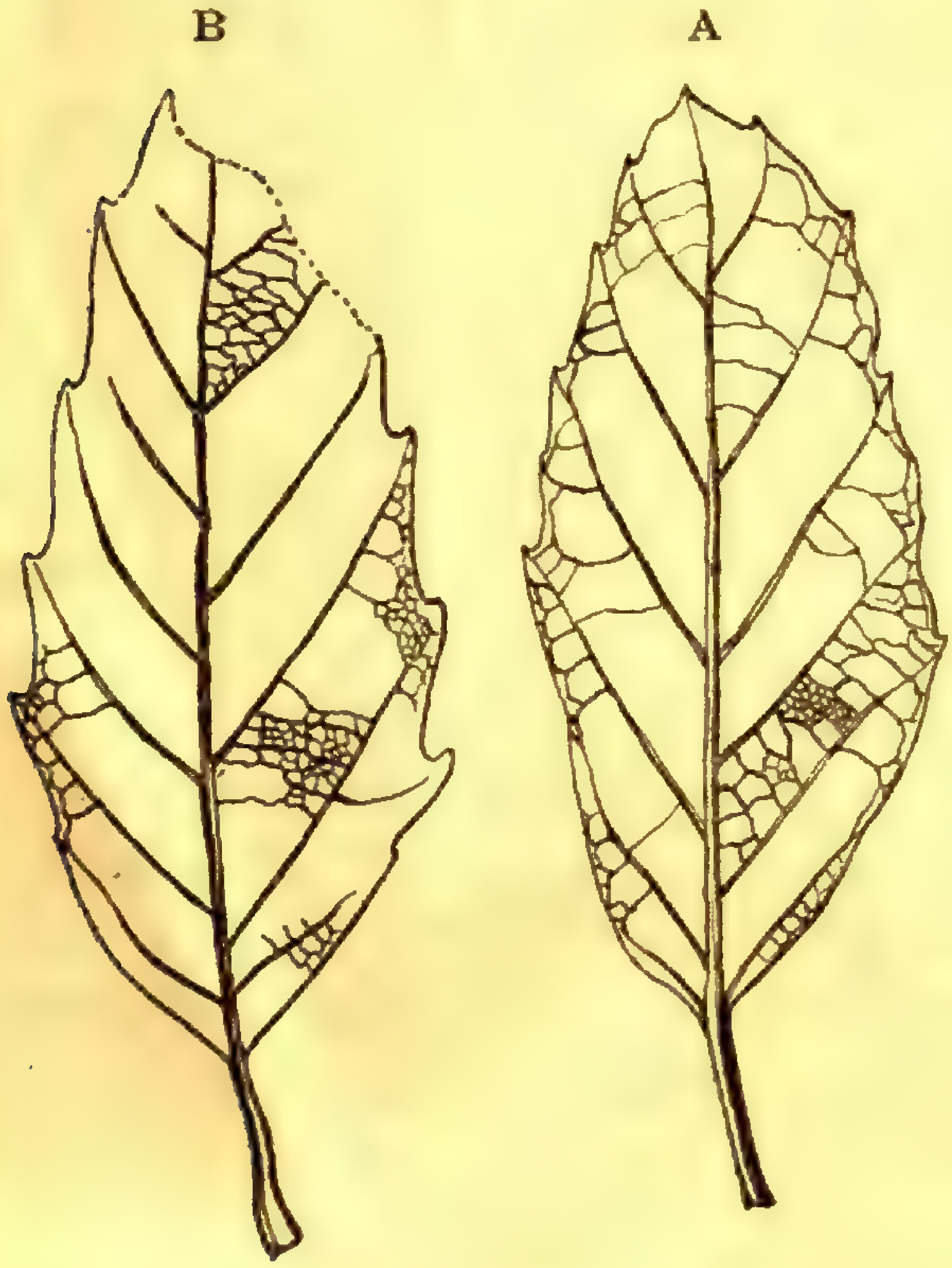


Fig. 1. — *Quercus suber* L.
A, feuille actuelle; B, feuille de Saint-Marcel

2. Rapports paléontologiques. — La comparaison avec le *Quercus Gmelini* Al. Braun et le *Quercus Capellinii* Gaud. nous amène aux conclusions suivantes : représenté par Unger (1) d'abord, puis par Heer (2), Gaudin et Strozzi (3), le *Quercus Gmelini* offre une denticulation et un contour semblables à ceux de nos échantillons;

---

(1) Unger : Iconogr. plant. fossil., p. 36, Taf. XVIII, f. 10, 1852.

(2) Heer : Flor. tert. Helv., II, p. 53, Taf. LXXVI, f. 1-4, 1856.

(3) Gaudin et Strozzi : Contrib. flor. foss. Ital. Ier Mém., p. 33, Pl. VII, f. 3, 1858.

notons cependant que les nervures secondaires sont plus étalées dans les feuilles du Val d'Arno et de Parschlug, telles que Unger et Gaudin les ont représentées. Le *Quercus Capellinii* (1), par la nervation et le contour — moins denticulé cependant — présente une ressemblance plus étroite avec quelques-unes des feuilles de Saint-Marcel.

3. Rapports avec feuilles actuelles. — Tandis qu'Unger rapproche le *Q. Gmelini* du *Q. lancifolia* Schlecht (2) dont les feuilles diffèrent de celles de Saint-Marcel par leur forme allongée, leurs nervures nombreuses et étalées, leurs dents profondes, Heer et Gaudin n'indiquent aucune espèce analogue. Gaudin rapproche son *Q. Capellinii* du *Q. ilex* L.; l'abbé Boulay (3) croit « qu'il s'agit ici d'un type appartenant au groupe des *Q. ilex* et *suber*, à feuilles coriaces, persistantes, tomenteuses. Dans le *Q. ilex*, les nervures secondaires partent en général sous un angle assez ouvert, tandis qu'elles ne font ici avec la médiane qu'un angle de 30 à 35°. A l'égard du *Q. suber*, les ressemblances sous le rapport de la nervation sont plus marquées ». Ces ressemblances sont bien indiquées dans la fig. 1. La feuille B est de Saint-Marcel, la feuille A provient d'un chêne-liège planté dans la forêt d'Orléans.

D'après la détermination faite par l'abbé Boulay, je proposerai donc de nommer ces empreintes : B fig. 1; Pl. 11, fig. 1-4, *Quercus suber* L. var. *pliocenica* N. Boulay, — sans d'ailleurs prétendre identifier au *Q. suber* les *Q. Gmelini* et *Capellinii*. Les feuilles de Saint-Marcel seraient celles d'un chêne-liège, ancêtre direct probable de celui du littoral méditerranéen, qui n'a pas encore, à ma connaissance, sous cette forme typique, été signalé à l'état fossile.

II. — **Quercus coccifera** L.

Fig. 2, *a*, *b*, *a' b'*; Pl. 11, fig. 5-10.

I. Description. — Les empreintes figurées proviennent de Saint-Marcel et de Rochesauve. La simple comparaison (fig. 2) des feuilles fossiles *a* et *b* avec les feuilles actuelles du *Quercus*

---

(1) Gaudin et Strozzi : IIe Mém., p. 46, Pl. V, f. 3, 1859.

(2) Cf. Oersted : Etude prélimin. sur les Cupulifères de l'époque actuelle, Tab. VII, f. 6; Copenhague, 1872.

(3) Notes manuscrites.

coccifera L. *a'* et *b'*, montre bien l'identité d'espèce. Ce sont les mêmes feuilles, brièvement pétiolées, à limbe légèrement cordiforme, elliptique ou ovale, dentelé; les dents sont spinuleuses et les supérieures souvent conniventes (1). Les feuilles sont souvent ondulées comme celles du houx; la nervation les en distingue; fortement étalées, faisant parfois à peu près un angle droit avec la nervure principale, les nervures secondaires, au nombre de 6 à 8, flexueuses ou droites, se prolongent dans les dents. Quelques-unes se bifurquent, s'atténuent avant d'atteindre le bord du limbe et se confondent avec le réseau tertiaire, dont les mailles sont remplies par de petites cellules polygonales.

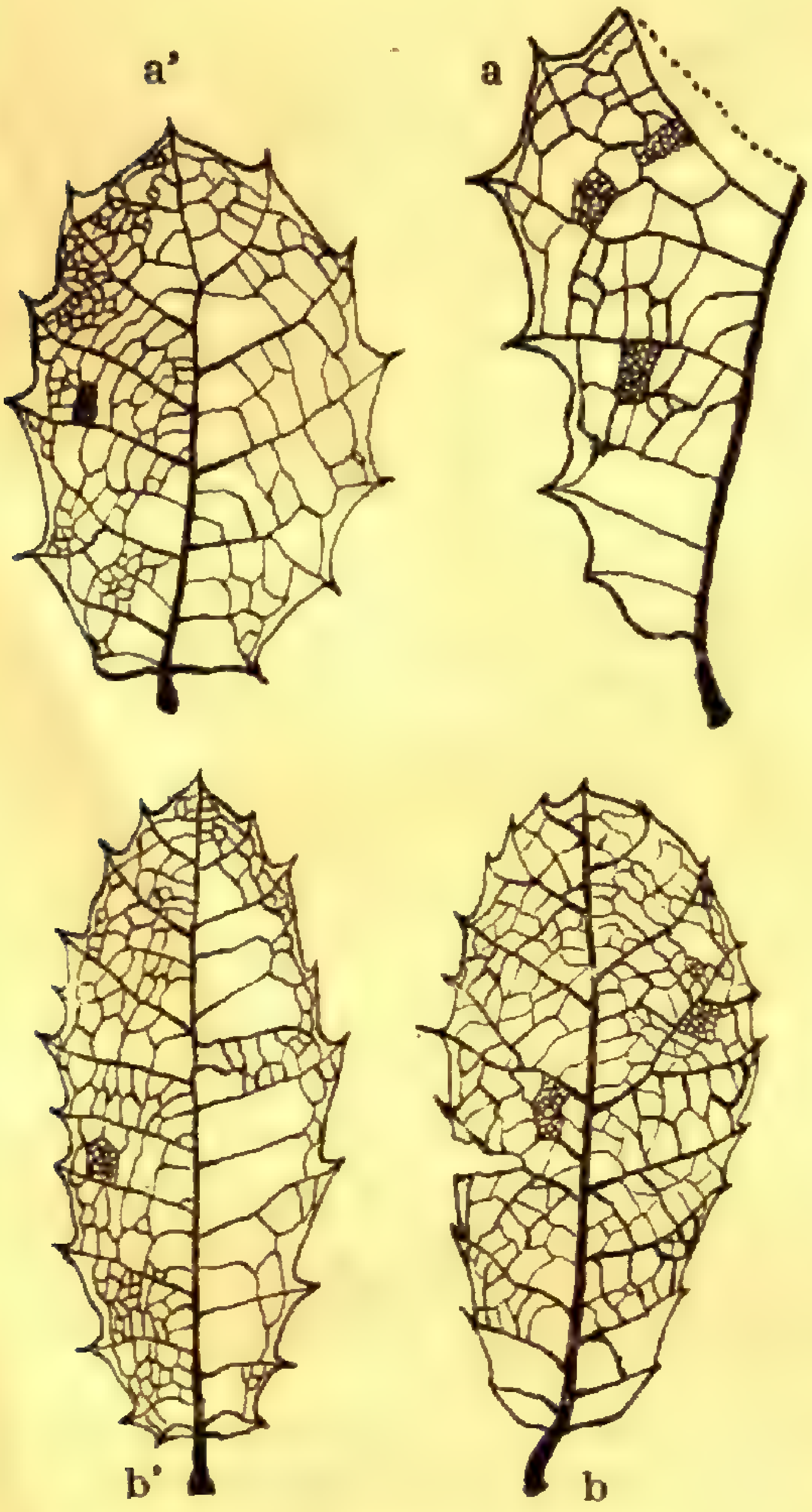


Fig. 2. — *Quercus coccifera* L.: a et b, feuilles de Saint-Marcel; a' et b', feuilles actuelles.

2. Rapports paléontologiques. — L'abbé Boulay a signalé, le premier, le *Quercus coccifera* L., dans sa *Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas*, en 1887, puis dans la flore de Théziers en 1890. Il a figuré un spécimen de Rochesauve, dans sa *Notice sur la constitution géologique des environs de Privas* (fig. 10) en 1895. En 1903, M. P. Marty a figuré dans la flore de Joursac (Pl. VI, f. 14) un spécimen identique à celui de Rochesauve.

D'après l'abbé Boulay, il semble bien que l'on puisse rapprocher du *Quercus coccifera* L. un certain nombre d'empreintes fossiles décrites sous d'autres noms.

---

(1) A. de Cand, Prodr. Paris XVI, p. 52, *Q. coccifera*, var. *α vera*.

Et d'abord, la forme décrite par Kovats (1) sous le nom de *Q. Szirmayana* et provenant d'Erdobenye paraît bien représenter une forme moyenne du *Q. coccifera* L. De même, un certain nombre d'empreintes comprises sous la dénomination de *Q. mediterranea* Ung. : « Le *Quercus mediterranea*, écrit l'abbé Boulay (2), a été décrit par Unger, sur des exemplaires venant de Parschlug et de Sinigaglia (3). Unger considérait sa plante fossile comme l'analogue du *Quercus pseudococcifera*, décrit par Desfontaines sur une plante d'Algérie (4). Dans l'Iconographia (5), Unger donne de nouvelles figures où le type *coccifera* apparaît d'une façon plus nette. La similitude, allant jusqu'à l'identité, se remarque dans un troisième ouvrage du même auteur, la flore de Kumi (6). Les figures 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 19 représentent nettement des feuilles de *Q. coccifera*. L'idée qui ressort de la suite des travaux d'Unger est que le *Q. mediterranea* Ung. ne se distingue réellement pas du *Q. coccifera* L. »

Appliquant cette conclusion aux fossiles de Rochesauve, il ajoute : « A la suite d'une étude rapide de mes premières récoltes de Rochesauve, j'avais remarqué une feuille qui me paraissait tellement identique à certaines feuilles petites, étroites, du *Q. coccifera* L., que j'avais cru devoir lui appliquer ce nom purement et simplement. J'avais laissé un certain nombre de feuilles sous le nom de *Q. mediterranea* Ung. Un examen attentif m'a permis de me convaincre de l'identité de tous les spécimens. Il m'apparaît très clairement que les feuilles déterminées d'abord *Q. mediterranea* sont identiques à des feuilles de *Q. coccifera* L. actuel. » Il serait facile de superposer des feuilles actuelles du *Q. coccifera* L. aux empreintes de Rochesauve : Pl. 11, fig. 6 et 10, et de Saint-Marcel : Pl. 11, fig. 5, 7, 8, 9.

Suivant cette interprétation, la feuille communiquée à de Saporta et représentée par lui en 1893 sous le nom de *Q. mediterranea* Ung. (7), appartiendrait en réalité au *Q. coccifera* L.

---

(1) Kovats : Foss. flor. v. Erdobenye, p. 21, Tab. II, f. 1-5, 1856.

(2) Notes manuscrites.

(3) Unger : *Chloris protogæa*, p. 114, Taf. XXXII, f. 5 et 9, 1847.

(4) *Q. pseudococcifera :* Cf. Desfontaines, Fl. Atlant. II, p. 349; De Candolle, loc. cit., p. 53.

(5) Iconogr. plant. foss. Taf. 18, f. 1-6, 1852.

(6) Foss. flor. v. *Kumi*, Taf. VI, f. 1-22, 1867.

(7) de Saporta : Note sur les rapports de l'ancienne flore avec celle de la Région provençale actuelle. *Bullet. Soc. bot. de France*, sess. extr., Montpellier, mai 1893, T. XL, Pl. II, f. 4.

Le *Q. mediterranea* Ung. a été signalé à Tokay (1), à Lausanne (2), au Val d'Arno (3), à Radoboj (4), en Saxe (5), à Mongardino (6), à Joursac (7).

Sans prétendre que toutes les empreintes signalées sous le nom de *Q. mediterranea* soient des feuilles de *Q. coccifera*, un certain nombre pouvant plutôt être rapportées au *Quercus ilex*, par exemple, il semble bien certain que le *Quercus coccifera* L. existait déjà tel qu'on le trouve encore de nos jours, dès le miocène même inférieur (Lausanne). Assez répandu durant le miocène (Rochesauve, Joursac, Parschlug, Senigallia, Erdobenye) et présent dans la vallée du Rhône, durant le pliocène, il s'est maintenu sans modification appréciable dans la flore de l'Europe méridionale et de l'Afrique du Nord.

III. — Quercus Mirbeckii Dur.

Fig. 3-6. — Pl. 11, fig. 11, 12; Pl. 12, fig. 13-20

1. Description. — 1. Les feuilles de Saint-Marcel, attribuées à cette espèce, sont nombreuses et variées. Le *limbe*, généralement obové ou elliptique, parfois très étroit, souvent échancré ou légèrement cordiforme à la base, a une largeur variable de 2 à 7 centimètres et une longueur de 10 à 15 centimètres. Le contour en est régulièrement sinué lobé, à lobes généralement arrondis ou obtus et peu profonds. Le pétiole mesure de 1 à 3 centimètres.

2. Les *nervures secondaires*, nettes et nombreuses (10-12 ou même davantage) partent de la nervure principale sous un angle d'environ 45°, sont parallèles ou subparallèles et se terminent au sommet des dents.

3. Les *nervures tertiaires* sont en grand nombre disposées en échelle entre les nervures secondaires. Parfois des anastomoses s'établissent au milieu de leur trajet et délimitent ainsi de longs espaces polygonaux, remplis par de petites cellules. A la base des

---

(1) Ettingshausen : Foss. fl. v. Tokay, p. 21, 1854.

(2) Heer : Flor. tert. Helv. II, p. 52, Taf. LXXVI, f. 13, 15, 17, 18, 1856.

(3) Gaudin et Strozzi : II^{e} Mém., p. 46, Tab. IV, f. 16-19, 1858.

(4) Unger : Syllog. plant. foss., p. 68, Taf. XXII, f. 2, 1860.

(5) Engelhardt : Flor. d. Braunkohlen in Sachsen, p. 18, Taf. IV, f. 6, 1870.

(6) Cavara : Flor. de Mongardino, p. 34, 1888.

(7) Marty : Flor. de Joursac, p. 38, Pl. VI, f. 11-12, 1903.

dents quelques nervures tertiaires se recourbent et jusqu'au sommet une série d'anastomoses en arc unissent les dernières nervures tertiaires à une petite distance du bord du limbe.

2. Rapports avec feuilles actuelles. — Nous pouvons remarquer immédiatement que la plupart des caractères précédents sont les plus constants des feuilles du *Quercus Mirbeckii* Dur. (1), l'un des chênes les plus importants de nos régions méditerranéennes et spécialement de l'Algérie où il est associé encore de nos jours avec les *Quercus ilex*, *coccifera* et *suber*.

M. Trabut (2), en 1892, a représenté de nombreuses feuilles du *Q. Mirbeckii*, parmi lesquelles il distingue les variétés *augustifolia*, *fagifolia*, *subpedonculata*, *microphylla*, *brevipetiolata*. On pourra comparer les feuilles de Saint-Marcel avec les feuilles d'Algérie, et mieux encore avec une feuille de l'herbier Boulay, provenant d'un chêne cultivé dans les environs d'Angers : comparer spécialement avec la fig. 3 du texte, les fig. 4, 5 et 6; les fig. 12, Pl. 11; 13, 16, 20, Pl. 12. La fig. 11, Pl. 11, par la finesse de la nervation, est comparable avec les figures données par M. Trabut.

Des feuilles semblables à quelques-unes de la série de Saint-Marcel ont parfois été rapprochées de certaines variétés du *Quercus prinus* L. de l'Amérique du Nord, var. *monticola*, *acuminata* Michaux (3). Comme le note l'abbé Boulay dans la flore du Mont-Dore (p. 66), « il existe de grandes similitudes entre les feuilles du *Q. Mirbeckii* et celles de plusieurs formes du *Q. prinus.* » Mais si la forme générale et la denticulation sont comparables, la nervation, la nervation tertiaire spécialement ne présente pas la même physionomie : Les nervures tertiaires, perpendiculaires aux nervures secondaires et droites dans les feuilles de *Q. Mirbeckii* sont, dans celles de *Q. prinus*, obliques et arquées et beaucoup moins régulièrement en échelle (4). D'ailleurs entre deux formes actuelles, voisines d'un même type fossile, il convient de choisir celle qui s'en rapproche le plus par sa distribution géographique actuelle et se retrouve encore de nos jours associée avec les mêmes espèces qu'autrefois (1).

---

(1) Cf. P. Coutinho : Os. querc. d. Portugal, p. 32.
De Candolle : Prodr. XVI, *Q. lusitanica*, s. sp. *Bœlica*, α *Mirbeckii*, p. 19
Du Rieu : in Duch. Rev. Bot., II, p. 426.
Mathieu : Flor. forest, p. 317, 1877.
Trabut : Variations du *Quercus Mirbeckii* Dur., en Algérie. *Rev. génér. d Bot.*, t. IV, pl. 1-3, 1892.

(2) Loc. cit.

(3) F.-A. Michaux : Arbres forestiers de l'Amérique septentrionale, t. II, p. 46, et sq., pl. 8 et 9, 1812.

(4) Cf. Ettingshausen : Die blattskelete der Apetalen. *Q. prinus* L., Taf. XI, f. 1, 1858.

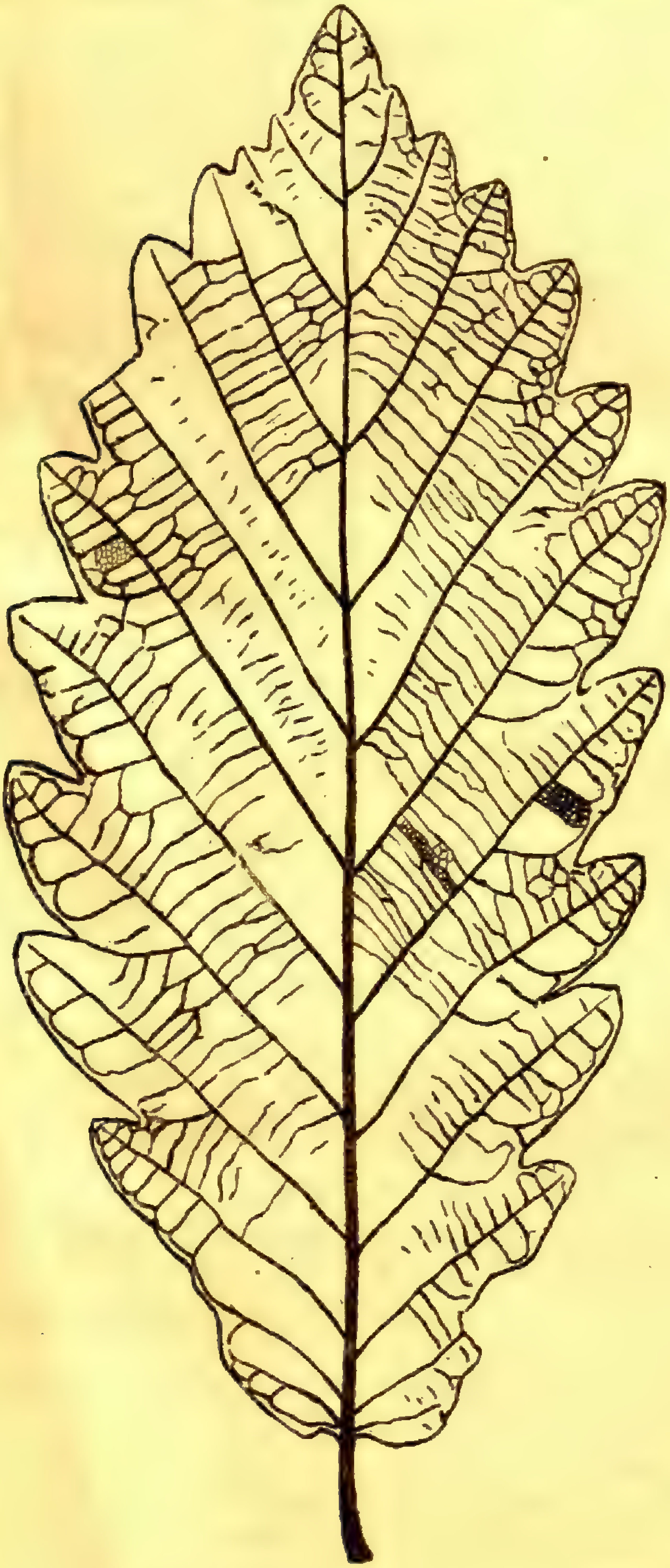


Fig. 3. — *Quercus Mirbeckii* Dur.
(Herbier Boulay)

3. Rapports paléontologiques. — On a souvent trouvé et décrit, sous des noms divers, des feuilles semblables à celles de Saint-Marcel :

Quercus Mirbeckii var. *antiqua* Sap., (Q. amplifolia Sap.);
Quercus Lucumonum Gaud.;
— *Scillana* Gaud.;
— *hispanica* Rér.;
— *pseudocastanea* Gœpp.;
— *Parlatorii* Gaud.;
— *Elymodrys* Ung.;
— *Cardanii* Mass.;
— *roburoides* Gaud.;
— *Senogalliensis* Mass.;
— *Furuhjelmi* Heer.;

tous ces chênes semblent pouvoir se ramener en définitive au même type spécifique : le *Quercus Mirbeckii* Dur.

---

(1) Cf. L. Laurent : Les progrès de la paléobotanique angiospermique dans la dernière décade. *Progressus rei botanicæ* 1907, p. 340.

1. *Quercus Mirbeckii* var. *antiqua* Sap. (Cf. Pl. 11, fig. 12).

Dans sa *Revue de Paléontologie végétale*, en 1893, de Saporta (1) décrit et représente de belles feuilles du lac Chambon, dans lesquelles il reconnaît un chêne très proche allié et ancêtre direct probable de celui de Kabylie. Il les appelle *Q. Mirbeckii* var. *antiqua* ou encore amplifolia

Des feuilles de Saint-Marcel correspondent bien au même type : il suffira de comparer la fig. 12, Pl. 11 avec la fig. 2 de la planche VI de Saporta.

2. *Quercus Lucumonum* Gaud. (Cf. Pl. 12, f. 13).

Décrit par Gaudin (2), d'après des spécimens du Val d'Arno, ce chêne a été trouvé aussi à Mongardino, par Cavara (3), au Mont-Dore, par l'abbé Boulay (4), à Joursac, par M. Marty (5).

Si nous nous en rapportons aux représentations de Gaudin, la feuille de Saint-Marcel, avec ses lobes moins profonds que dans la fig. 12, plus profonds que dans la fig. 11, est exactement intermédiaire.

Tandis que Cavara rapproche le *Q. Lucumonum* Gaud. du *Q. sessiliflora*, et de Saporta, du *Q. dentata* Thb., Rérolle (6) et l'abbé Boulay le rattachent plutôt au *Q. lusitanica* Webb.; M. Marty précise encore, en l'attribuant à la sous-espèce *Mirbeckii* (loc. cit., p. 42).

3. *Quercus Scillana* Gaud. (Cf. Pl. 15, f. 15).

Décrit et représenté par Gaudin (7), dont la détermination est confirmée par Ristori (8), ce chêne a été étudié dans la flore du Mont-Dore par l'abbé Boulay (9). Il note (p. 66) les ressemblances étroites des feuilles du Mont-Dore et du Val d'Arno avec celles que

---

(1) de Saporta : Rev. de paléontol. végét. *Rev. génér. de Bot.*, T. V, p. 364, Pl. VI, f. 1, 2, 3, 1893. — Cf. L'ancienne flore provençale, loc. cit., p. 20.

(2) Gaudin et Strozzi. Contrib. II^e Mém. Val d'Arno, p. 43, Pl. IV, f. 11-12; Pl. X, f. 12, 1859.

(3) Cavara : Flor. foss. Mongardino, p. 34, Tab. II, f. 9 et 10, 1888.

(4) Boulay : Flor. plioc. du Mont-Dore, p. 68, f. 16, 1892.

(5) Marty : Flor. mioc. de Joursac, p. 40, Pl. VII, f. 2 et 3, 1903.

(6) Rérolle: Végét. foss. de la Cerdagne, p. 45-46, 1884.

(7) Gaudin : loc. cit., 1859, p. 42. Pl. III, f. 11-13; Pl. IV, f. 13-15; Pl V f. 3-4.

(8) Ristori : Contrib. flor. foss. del Val d'Arno super., p. 22, 1885.

(9) Boulay : loc. cit., 1892, p. 66; Pl. III, f. 10-12-14.

Rérolle (1) décrit sous le nom de *Q. hispanica* et comme lui il rattache ces feuilles au *Q. lusitanica* Webb. (p. 72). La feuille de Saint-Marcel f. 15, Pl. 12, moins longue et plus étroite, est intermédiaire entre les feuilles 12 et 13, Pl. III, de Gaudin.

4. *Quercus pseudocastanea* Gœpp. (Cf. fig. 4)

Ce chêne a été décrit d'abord par Gœppert (2) sur un échantillon de Silésie. Unger (3) le trouve à Gleichenberg; Massalongo (4), à Sinigaglia; Sismonda (5), au Piémont; Heer (6), dans la flore de l'Alaska; l'abbé Boulay (7) et de Saporta (8), au Mont-Dore, et M. Marty (9), à Joursac.

Gœppert et Massalongo rapprochent le *Q. pseudocastanea* des chênes de l'Amérique du Nord: *Q. castanea* Willd., *Prinus* var. *acuminata* Michx. Unger choisit plutôt comme terme de comparaison le *Q. alpestris* Boiss. De Saporta compare son *Q. pseudocastanea* (f. 6, Pl. 6) au *Q. crispula* Thb. du Japon. L'abbé Boulay est « disposé à ne voir là qu'une feuille estivale d'une forme quelconque du *Q. lusitanica.* » Cette forme est le *Q. Mirbeckii*, d'après M. Marty, qui fait remarquer « qu'il n'est peut-être pas nécessaire d'aller chercher au Japon ou dans l'Amérique du Nord les homologues actuels de cette espèce fossile. » Cette détermination nous semble confirmée par la feuille de Saint-Marcel fig. 4, dont la nervation et la denticulation sont bien du *Q. Mirbeckii* et qui, d'autre part, se rapproche des feuilles de Silésie, de Sinigaglia, du Piémont et de l'Alaska, plus encore que les spécimens du Mont-Dore et de Joursac.

5. *Quercus Parlatorii* Gaud. (Cf. Pl. 12, f. 19).

Schimper (10) croit identique au *Q. Lucumonum* Gaud. ce chêne décrit par Gaudin (1) sur des échantillons de Toscane. L'abbé Boulay (2) fait remarquer aussi cette ressemblance, au sujet de ses spécimens du Mont-Dore (p. 68). L'examen de la feuille de Saint-Marcel (Pl. II, f. 19) conduit au *Q. Parlatorii*, tel qu'il est figuré par Gaudin (Pl. VII, f. 2) et par l'abbé Boulay (loc. cit., Pl. III, f. 15, 16). Elle peut être rapprochée encore du *Quercus Scillana* (f. 12, pl. III du Deuxième Mémoire de Gaudin) et du *Quercus Lucumonum* (f. 12, Pl. IV, du même), et fait ressortir les affinités de toutes ces feuilles.

---

(1) Rérolle : loc. cit., 1884, Pl. VI. — Cf. les feuilles de *Quercus hispanica* Rér. représentées par de Saporta : Rev. de paléont. végét., loc. cit., 1893, Pl. V, fig. 6 et 7.

(2) Gœppert : Beitrage z. Tert. Flor. Schlesien's, p. 274, Taf. XXXV, f. 1-2.

(3) Unger : Foss. Flor. v. Gleichenberg, Taf. II, f. 7, 1853.

(4) Massalongo : Flor. foss. Senigalliensis, p. 177, Taf. XXII-XXIII, f.6, 1859.

(5) E. Sismonda. Paléont. Terrain tertiaire. Piémont. Ac. Roy. Sc. Turin, Sér. II, t. XXII, p. 433, pl. XV, fig. 1, 2, 1864.

(6) Heer : Flor. foss. Alask., p. 32, Taf. 6, f. 3-5, 1869.

(7) Boulay : loc. cit., 1892, p. 67, Pl. III, f. 18.

(8) de Saporta : loc. cit., 1893, p. 362, Pl. 6, f. 5 et 6.

(9) Marty : loc. cit., 1903, p. 40, Pl. VIII, f. 4.

(10) Schimper : Traité de paléont. végét. II, p. 637.

6. *Quercus Etymodrys* Ung. (Cf. Pl. 12, f. 14).

Créé par Unger (3), pour un spécimen de Gleichenberg, ce chêne est représenté par de nombreux échantillons dans la flore de Sinigaglia (4). Gaudin et Strozzi (5) le signalent à Puzzolente, l'abbé Boulay (6) au Mont-Dore et M. Marty (7) à Joursac.

La feuille de Saint-Marcel (Pl. 12, f. 14) concorde bien avec la figure qu'a donnée Unger. Elle est un peu plus petite, mais la forme générale et la nervation sont bien semblables. Unger rapproche son chêne du *Q. prinoides* Willd., de l'Amérique du Nord. De Saporta (8) compare le *Q. Etymodrys* du Mont-Dore au *Q. Cornaliæ* Mass. et le réunit avec celui-ci au *Q. hispanica* Rér., qu appartient au type *lusitanica.* Déjà l'abbé Boulay, laissant les attributions « trop vagues » de Massalongo, avait trouvé au *Q. Etymodrys* une parenté plus étroite avec le *Q. lusitanica.* Les

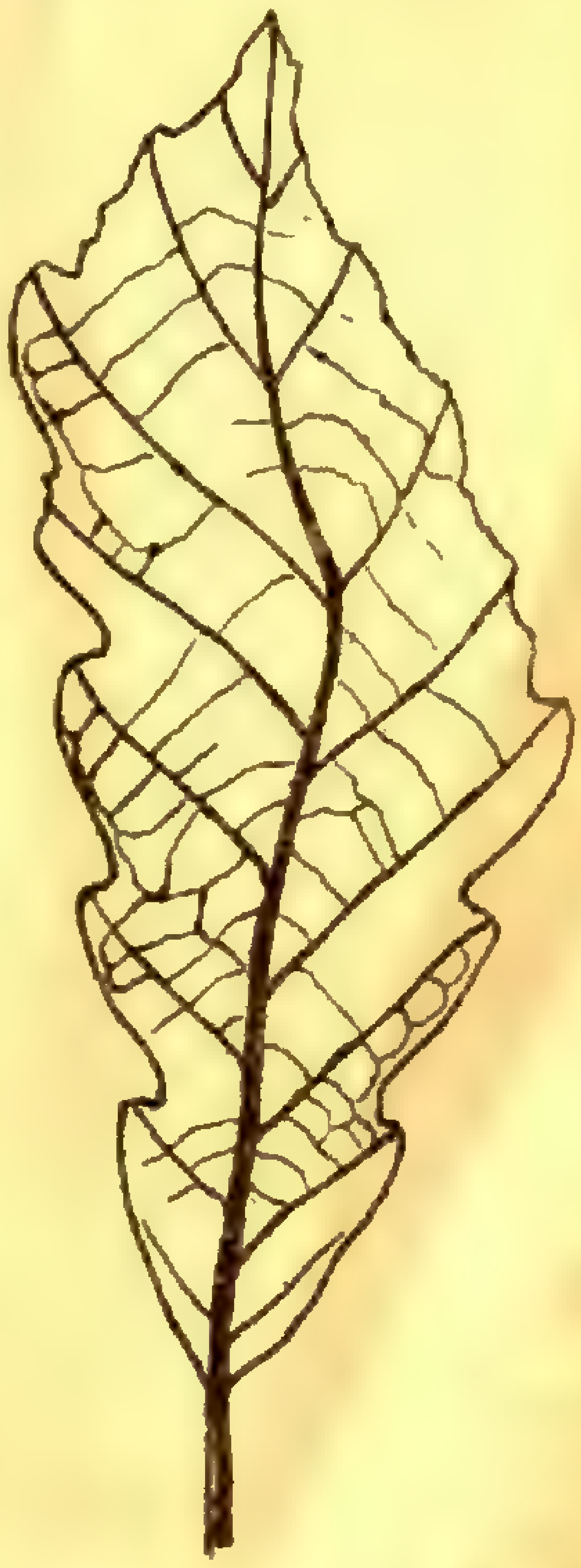


Fig. 4. — *Q. pseudocastanea* Gœpp. (*Q. Mirbeckii* Dur.) St-Marcel.

---

(1) Gaudin et Strozzi : Ier Mém., p. 32, Pl. VII, f. 2, 1858.

(2) Boulay : Flore du Mont-Dore, p. 67, Pl. III, f. 13-15-16.

(3) Unger : Foss. Flor. v. Gleichenberg, p. 174, t. III, f. 3.

(4) Massalongo : Flor. foss. Senigall., p. 178, Taf. 22-23, f. 3, 5, 7, 10, 11, 12, 14; Taf. 31, f. 5; Taf. 42, f. 12.

(5) Gaudin et Strozzi : VIe Mém., p. 13, t. III, f. 11, 1864.

(6) Boulay : loc. cit., p. 64, Pl. V, f. 8; Pl. III, f. 9.

(7) Marty : loc. cit., p. 40, Pl. VII, f. 7.

8) de Saporta : loc. cit., *Rev. gén. Bot.*, p. 364.

spécimens de Saint-Marcel confirment l'identification avec le *Q. Mirbeckii* proposée par M. Marty. On pourra comparer avec la fig. 7, Pl. II de M. Trabut (loc. cit) la fig. 14, Pl. 12 de cette note.

7. *Quercus Cardanii* Mass.(Cl. Fig. 5, et Pl. 12, fig. 16, 17, 18).

Ce chêne, décrit d'abord par Massalongo (1), a été signalé par l'abbé Boulay (2) à Rochesauve et au Mont-Dore, par M. Marty (3) à Joursac. Tandis que Massalongo compare son chêne au *Q. prinus* Michx, l'abbé Boulay, et après lui M. Marty, l'identifient au *Q. Mirbeckii.*

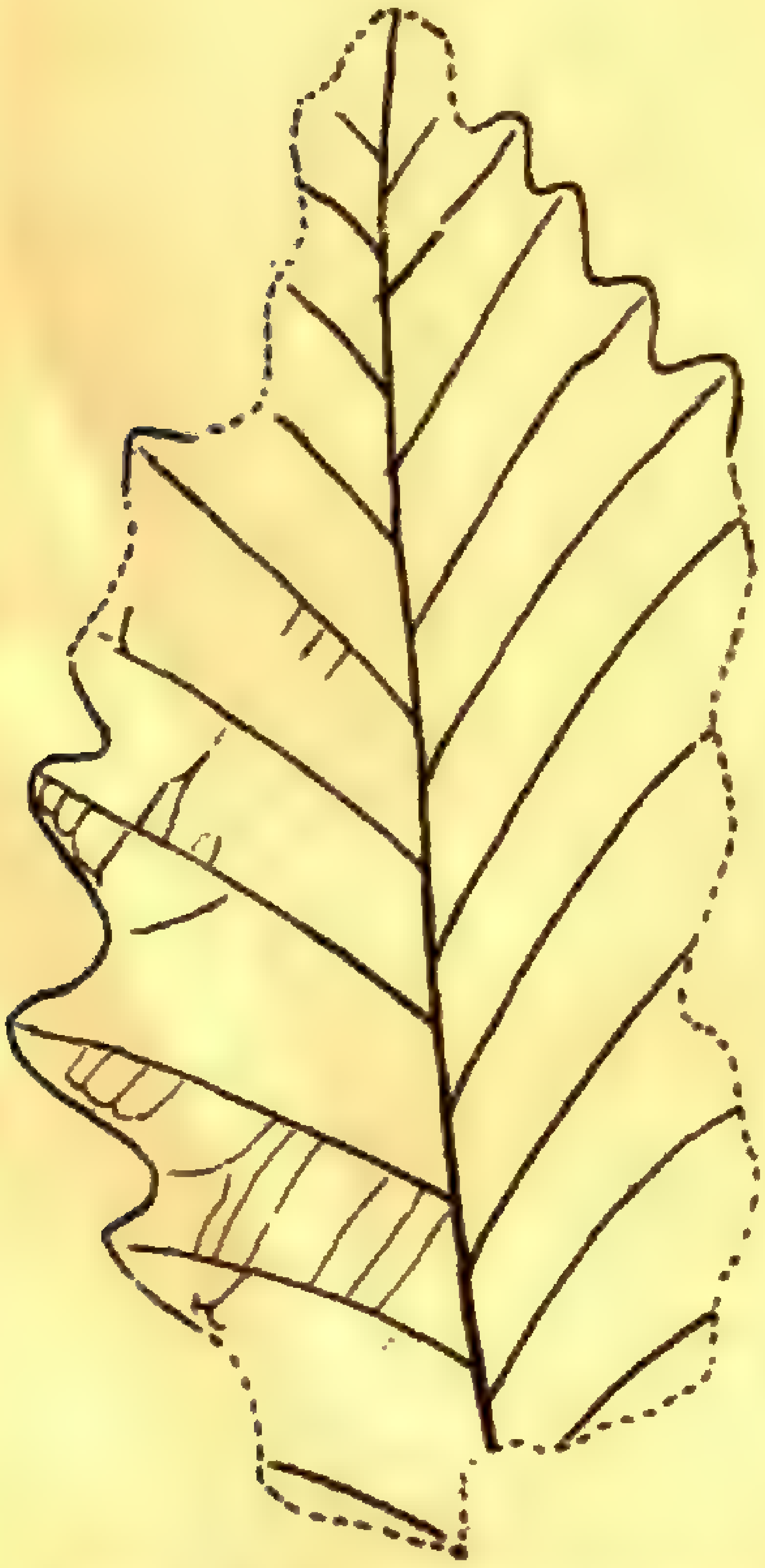


Fig. 5. — *Q. Cardanii* Mass. (*Q. Mirbeckii* Dur. St-Marcel).

Les feuilles de Saint-Marcel (Pl. 12, f. 17, 18) conduisent à la fig. 17, Pl. III du Mont-Dore; la feuille fig. 5 correspond au *Q. Cardanii*, T. 22-23, f. 4 de Massalongo, et d'autre part elle est parfaitement comparable avec le *Q. Mirbeckii*, f. 1, Pl. I de M. Trabut.

Toutes les formes qui viennent d'être examinées : *Quercus Lucumonum, Scillana (hispanica), pseudocastanea, Elymodrys, Parlatorii, Cardanii* appartiennent bien, semble-t-il, à un même type spécifique : le *Quercus Mirbeckii.* Les feuilles de Saint-Marcel confirment et complètent les rapprochements proposés par Rérolle, l'abbé Boulay et M. Marty.

8. *Quercus Senogalliensis* Mass. (Cf. fig. 6, *A* et *B*; Pl. 11, f. 12).

Gaudin et Strozzi (4) décrivent et représentent un chêne qu'ils rapprochent du *Q. robur*, mais qui en diffère par ses nervures plus nombreuses : *Q. roburoides* Gaud. D'après Gaudin lui-même et d'après Schimper (5), ce chêne ne diffère pas du *Q. Senogalliensis* Mass. (6).

---

(1) Massalongo : loc. cit., T. 22-23, f. 2, 4, 13, t. XLII, f. 13.

(2) Boulay : Flore tert. envir. de Privas, p. 17. — Flore plioc. du Mt-Dore, p. 65, Pl. III, f. 17; Pl. IV, f. 3-4; Pl. V, f. 4.

(3) Marty : loc. cit., p. 40, Pl. VII, f. 7.

(4) Gaudin et Strozzi : II^e^ Mém., p. 44, Pl. III, f. 14.

(5) Schimper : loc. cit., p. 653.

(6) Massalongo : loc. cit., p. 184, Pl. 22-23, f. 9, 15-16.

De ce dernier chêne, décrit par Massalongo, l'abbé Boulay (1) a publié de belles feuilles, dans la flore du Mont-Dore. M. Marty (2) l'a trouvé dans la flore de Joursac et M. Laurent (3) dans les Cinérites du Cantal.

On retrouve à Saint-Marcel les mêmes types qu'en Italie et que dans le Plateau Central. La feuille fig. 6, *A*, rappelle celle de Joursac f. 9, Pl. VII; la fig. 12, Pl. 11 rappelle celle des Cinérites; une autre feuille, non figurée, coïncide exactement avec la fig. 9 de Sinigaglia (loc. cit.).

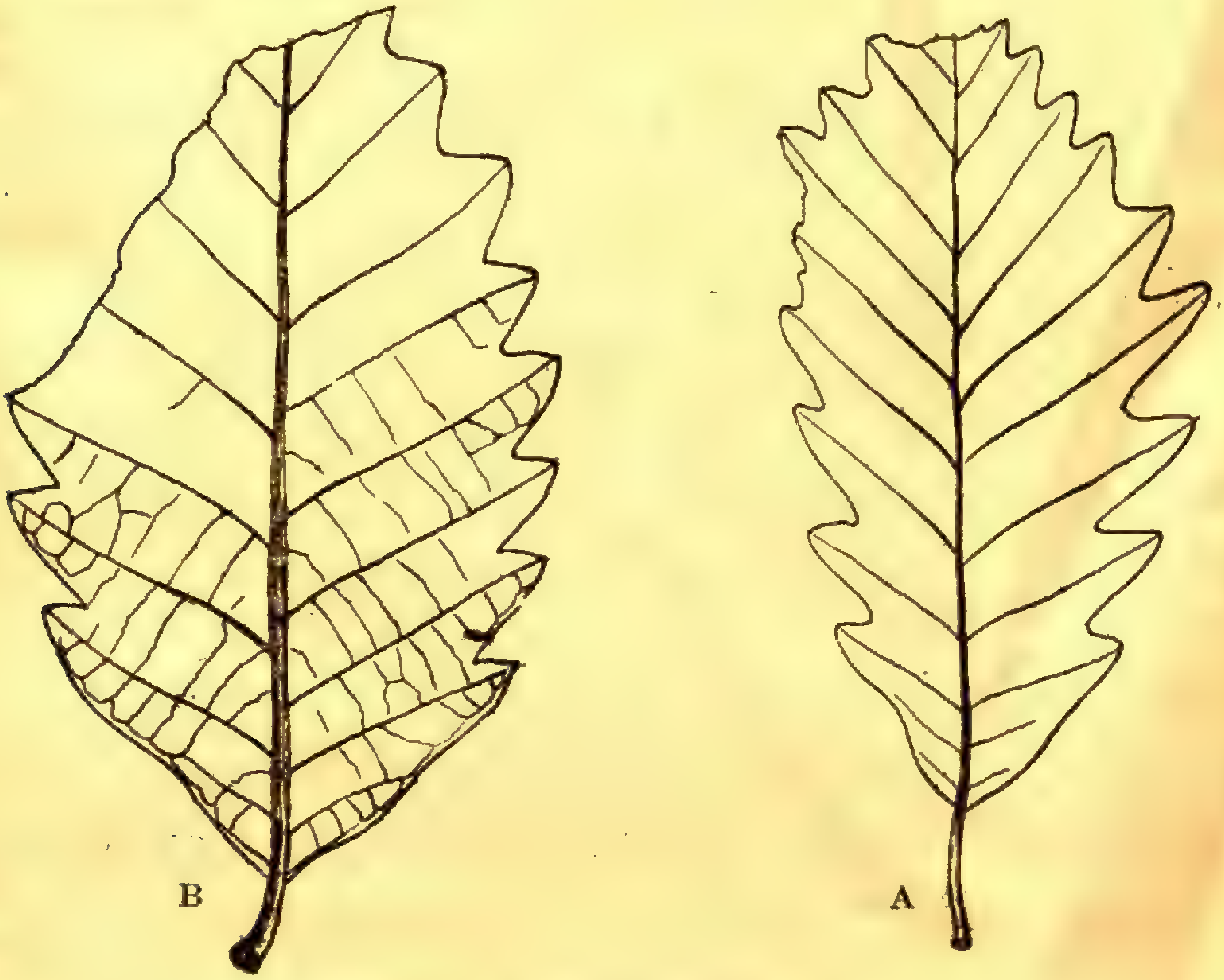


Fig. 6. — *Q. Senogalliensis* Mass.
(*Q. Mirbeckii* Dur.) (A, Saint-Marcel; B, Rochesauve).

Massalongo rapproche son chêne du *Quercus macrocarpa* Michx (4) de l'Amérique du Nord. Si les feuilles de celui-ci sont crénelées à leur sommet, les lobes sont beaucoup plus larges, plus irréguliers et les découpures souvent très profondes dans les deux tiers infé rieurs; de plus, le réseau tertiaire est beaucoup plus irrégulier que dans le *Quercus Senogalliensis*. D'ailleurs n'est-ce pas encore chercher bien loin l'homologue actuel de l'espèce fossile ?

---

(1) Boulay : loc. cit., p. 59, Pl. IV, f. 1, 2, 5, 6; Pl. V, f. 5.

(2) Marty : loc. cit. p. 40; Pl. VII, f. 8-9.

(3) Laurent et Marty : Flore des Cinérites du Pas de la Mougudo (Cantal). *Ann. du Mus. d'Hist. nat. de Marseille*, *Géologie*, T. IX, Pl. X, f. 2, 1904-1905.

(4) Michaux : loc. cit., 1812, p. 34, Pl. 4.

L'abbé Boulay en 1892 et M. Marty en 1903 rattachent le *Q. Senogalliensis* au *Q. robur, sessiliflora*. De Saporta (1) en 1893, faisant la critique de la détermination de l'abbé Boulay, écrit : « Le *Quercus Mirbeckii* var. *antiqua* paraîtrait ne pas s'écarter beaucoup de celui que M. Boulay a nommé *Q. Senogalliensis* Mass., mais les fig. 4 et 6, Pl. V de son ouvrage rentrent vraisemblablement aussi dans la même espèce. D'autre part, en consultant les planches de Massalongo, on reconnaît bien un certain rapport entre les feuilles du *Q. Senogalliensis* Mass., mieux encore du *Q. Cardanii* var. *latifolia* Mass. et celles du *Q. Mirbeckii* de Varennes, sans que le rapprochement autorise pourtant une identification d'espèces. »

L'empreinte des Cinérites du Cantal, de la collection de M. Térisse, examinée par M. Laurent (2), appartient, d'après lui, « à la série des chênes décrits par l'Abbé Boulay dans sa « Flore pliocène du Mont-Dore », sous le nom de *Q. Senogalliensis*, mais sans qu'on puisse affirmer d'une façon absolument certaine qu'il n'appartient pas aussi bien au *Q. roburoides*, Pl. V, fig. 6, ou au *Q. Cardanii*, Pl. IV, fig. 3. Cette espèce n'est pas sans présenter aussi quelques points de contact avec le *Q. Lamottei* (3), figuré par de Saporta dans le « Monde des Plantes », p. 347. Elle se distingue du *Q. robur pliocenica*, par des nervures plus nombreuses, par une nervation tertiaire plus franchement en échelle, par des lobes plus réguliers et plus acuminés. »

M. Laurent fait remarquer que la feuille du Cantal « reproduit en même temps des formes du *Q. Senogalliensis*, rapporté par l'Abbé Boulay au *Q. sessiliflora*, et aussi des formes du *Q. Mirbeckii* figuré par M. Trabut ».

Ce n'est pas sans quelque difficulté que l'Abbé Boulay, en 1892, a fait entrer le *Q. Senogalliensis* dans le cadre des variations du *Q. robur sessiliflora* (Cf. « Flore du Mont-Dore », p. 61).

---

(1) de Saporta : loc. cit., p. 364.

(2) L. Laurent : loc. cit., 1904-1905, p. 141.

(3) M. Trabut range le *Q. Lamottei* parmi les formes fossiles du *Q. Mirbeckii* (loc. cit., p. 2). M. Laurent trouve que ce chêne se rapproche plus du *Q. sessiliflora* que du *Q. Mirbeckii* qui possède un réseau tertiaire généralement plus serré et plus régulier, sans nervures intercalaires.

Dans des notes manuscrites, il a laissé une nouvelle interprétation de ses documents, basée sur l'étude d'un spécimen de Rochesauve (fig. 6, B).

« Cette empreinte, écrit-il, comparée aux diverses feuilles du *Q. Mirbeckii*, figurées par M. Trabut, ne ressemble exactement à aucune; mais elle prend une place intermédiaire entre les figures 1 et 2, pl. I, pour le nombre des lobes et la direction des nervures; elle se rapproche de la fig. 8, Pl. II pour la forme atténuée de la base. Ce dernier caractère est le plus contrastant. Le plus souvent, les feuilles du *Q. Mirbeckii*, obovées et diversement rétrécies ve s la base, sont arrondies et même un peu rebroussées ou légèrement cordiformes à la jonction de la ligne de contact avec le pétiole. Ici ce rebroussement n'a pas lieu. Il faut ajouter encore que la nervure médiane à la base et le pétiole prennent rarement une aussi grande épaisseur qu'ici. Tout le reste est dans les conditions moyennes de l'espèce. La forme générale de la feuille est plutôt oblongue ou même ovale qu'obovée, mais les formes de ce genre ne manquent pas dans le *Q. Mirbeckii*. Le sommet de la feuille fait défaut, mais sur un petit espace, si l'on en juge par la marche du rétrécissement, de telle sorte que le nombre des lobes de chaque côté ne dépassait pas 10. C'est aussi ce qui arrive habituellement dans le *Q. Mirbeckii*.

» Si je compare cette feuille avec celles que j'ai figurées dans la flore du Mont-Dore, elle se rapproche pour la forme de la base de la fig. 2, Pl. IV, pour la forme générale, de la fig. 3, *Ibid.*, et de la fig. 3, Pl. V.

» Dans la flore fossile du Mont-Dore, je n'avais pu triompher de certaines difficultés qui dès ce moment n'existent plus. J'avais rencontré principalement dans le gisement de la dent du Marais, de grandes feuilles obovées, à lobes profonds. Je les ai rapportées, d'une part, au *Q. Senogalliensis* Mass. et rapprochées, avec doute, parmi les espèces actuelles du *Q. sessiliflora*. En même temps, j'ai nommé *Q. Cardanii* Mass. d'autres feuilles plus petites et à lobes plus superficiels; elles étaient, d'autre part, pour moi les représentants pliocènes du *Q. Mirbeckii*.

» Un nouvel examen de la question m'a conduit à laisser de côté l'hypothèse du *Q. sessiliflora* et même du type collectif *robur*, et je rapproche du *Quercus Mirbeckii*, même le *Q. Senogalliensis*, tel que je l'ai figuré du Mont-Dore. La feuille de Rochesauve sert à établir le passage entre celles que je rattachais soit au *Q. Senogalliensis*, soit au *Q. Cardanii*. J'ai retrouvé sur des feuilles d'un *Q. Mirbeckii*, cultivé à Angers, tous les caractères du *Q. Senogalliensis* et les passages au *Q. Cardanii*, tel que je le comprenais tout d'abord. »

9. *Quercus Furuhjelmi* Heer.

Dans la flore fossile de l'Alaska, Heer (1), à côté du *Q. pseudocastanea* Gœpp., représente d'autres feuilles à nervures et lobes nombreux qu'il appelle *Q. Furuhjelmi*. Il les rapproche du *Q. macrocarpa* Michx actuel, et d'autre part les compare au *Q. Senogalliensis* Mass. Par ce chêne, nous reviendrions encore au *Quercus Mirbeckii* dont les feuilles peuvent présenter jusqu'à 15 nervures, c'est-à-dire un nombre aussi élevé que celui des feuilles de l'Alaska.

CONCLUSIONS

Les faits étudiés dans cette note permettent de formuler quelques conclusions relatives à l'histoire des chênes de la région méditerranéenne :

1. Le *Quercus suber* L. existait à l'époque pliocène, sous sa forme typique, dans la vallée du Rhône, à Saint-Marcel d'Ardèche.

2. Le *Quercus coccifera* L. de Rochesauve, de Joursac, se retrouve à Saint-Marcel, comme à Théziers, et il paraît bien avoir existé aussi dans diverses localités miocènes de l'Europe centrale, à Parschlug, Sinigaglia, Erdobenye, Lausanne.

3. La limite septentrionale de l'aire de distribution du *Q. coccifera* et du *Q. suber* a reculé vers le sud depuis le miocène et le pliocène.

4. Le *Quercus Mirbeckii* var. *antiqua* Sap., les *Quercus Lucumonum* Gaud., *Scillana* Gaud., *Parlatorii* Gaud., *pseudocastanea* Gœpp., *Elymodrys* Ung., *Cardanii* Mass., SENOGALLIENSIS Mass., se rencontrent tous à Saint-Marcel, comme au Mont-Dore ; dans ces deux gisements, comme dans les autres gisements où ils ont été

---

(1) Heer : Flor. foss. Alask., p. 32; Tab. V, f. 10; Tab. VI, f. 1-2, 1869.

De la série du *Q. Mirbeckii*, on pourrait, peut-être, rapprocher encore certaines feuilles du *Q. groendlandica*, signalé par Heer au Groendland, au Spitzberg. Voir spécialement : Die Mioc. Flor. Spitzberg, p. 56, Taf. XII, fig. 1-4, 1870. Die foss. flor. der Polarlander, p. 108, 1868.

trouvés, ils semblent bien ne représenter que des variations du type *Mirbeckii* Dur.

5. Si, comme nous le croyons, le *Q. Furuhjelmi* Heer et mieux encore le *Q. pseudocastanea* Gœpp., signalés par Heer dans la flore de l'Alaska, se rapportent au *Q. Mirbeckii*, l'apparition de ce dernier dans les régions arctiques eut lieu certainement dès l'oligocène (1). S'il fallait, avec de Saporta, reporter à l'éocène l'âge des gisements de l'Alaska, comme celui d'autres flores arctiques tertiaires, le *Q. Mirbeckii* représenterait l'une des formes les plus anciennes de chênes. En tout cas, il est un de ces types végétaux tertiaires qui sont « descendus peu à peu vers le sud au fur et à mesure des changements climatériques (2). » Très répandu dans l'Europe centrale durant le miocène et le pliocène, le *Q. Mirbeckii* est, de nos jours, localisé spécialement dans les forêts de l'Afrique du Nord, où il se trouve associé, comme autrefois à Saint-Marcel, aux *Quercus coccifera* et *suber*.

---

(1) Miocène inférieur de Heer.

(2) R. Zeiller : Leçons de paléobotanique, p. 351.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 11

Fig. 1 à 4. *Quercus suber, pliocenica* N. Boulay. — La fig. 1 représente l'empreinte de la face inférieure et la fig. 2 l'empreinte de la face supérieure de la même feuille. Provenance : Saint-Marcel.

Fig. 5 à 10. *Quercus coccifera* L. — Les feuilles 6 et 10 sont de Rochesauve, les autres de Saint-Marcel.

Fig. 11 à 12. *Quercus Mirbeckii* Dur. — Fig. 12 : Cf. *Q. Mirbeckii* var. *antiqua* Sap. (de Saint-Marcel, comme toutes les feuilles de la Planche 12).

Planche 12

Fig. 13 à 20. *Quercus Mirbeckii* Dur.

Fig. 13. Cf. *Q. Lucumonum* Gaud. — Fig. 14 : Cf. *Q. Elymodrys* Ung. — Fig. 15. Cf. *Q. Scillana* Gaud. — Fig. 19 : Cf. *Q. Parlatorii* Gaud. — Fig. 16, 17, 18 : Cf. *Q. Cardanii* Mass.

LES BAOBABS DU SUD-OUEST DE MADAGASCAR

par MM. H. JUMELLE et H. PERRIER DE LA BÂTHIE

Dans diverses études précédentes (1) nous avons déjà signalé dans le Nord-Ouest de Madagascar six espèces d'*Adansonia.*

L'une est d'ailleurs une espèce étrangère introduite, car c'est l'*Adansonia digitata* Lin. (fig. 1 et pl. 13), du continent africain, qui est le *sefo* des Sakalaves.

Les cinq autres, qui paraissent indigènes, peuvent être ainsi caractérisées :

I. Le tube staminal n'atteint pas 2 centim. *Ad. rubrostipa* J. et P.

II. Le tube staminal a plus de 3 centimètres.

  A. Il est 4 fois plus court environ que les parties libres des filets. . . . . *Ad. alba* J. et P.

  B. Il est environ 2 fois plus court.

    a) Les fruits sont notablement plus longs que larges et sont à section rougeâtre. Les pétiolules sont allongés et glabres . . . . *Ad. Za* B.

    b) Les fruits ne sont que légèrement plus longs que larges et sont à section blanchâtre. Les pétiolules sont courts et pubescents . . . . *Ad. Bozy* J. et P.

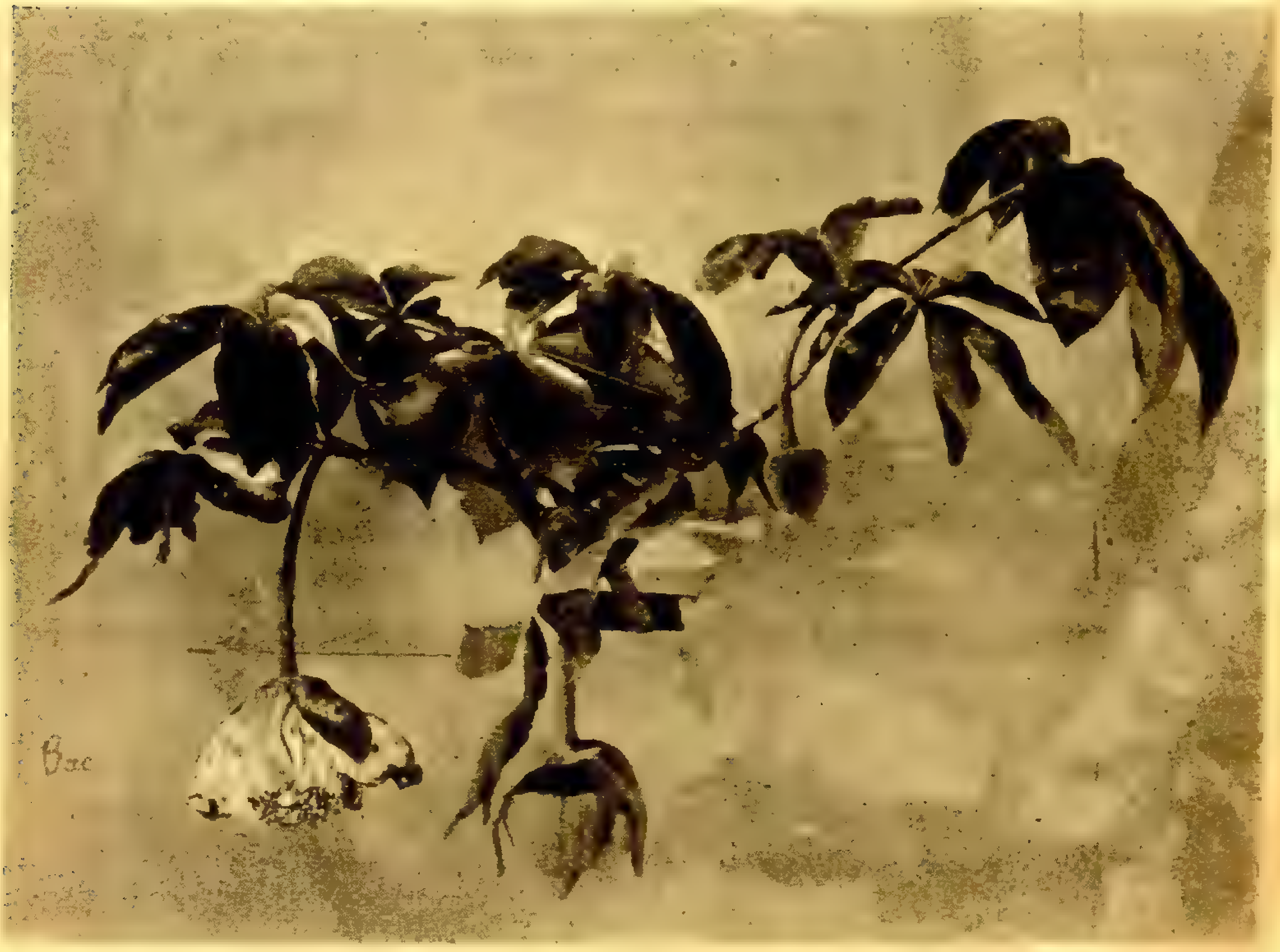
  C. Le tube staminal est sensiblement de même longueur que les parties libres des filets. *Ad. madagascariensis* Bail.

---

(1) H. Jumelle et H. Perrier de la Bâthie : *Les Baobabs du Nord-Ouest de Madagascar* (Les Matières grasses; janv. 1909). — Id. : *Nouvelles observations sur les Baobabs de Madagascar* (Les Matières grasses; août 1909). — Id. : *Fragments biologiques de la flore de Madagascar.* (Annales du Musée colonial de Marseille; 1910).

De ces cinq *Adansonia*, c'est l'*Ad. Za* qui, sur le versant occidental de Madagascar, serait le plus largement distribué.

Nous le savions déjà puisque, avant que nous tracions sa répartition dans le Nord-Ouest, la description de l'espèce avait été donnée par Baillon d'après les échantillons rapportés par M. Grandidier du pays mahafaly; mais, tout en mentionnant de nouveau le fait, nous pouvons apporter pour le Sud et l'Ouest de l'île des renseignements plus précis que ceux donnés par Baillon.



Phot. Descarpentries.

Fig. 1. — Fleurs d'*Adansonia digitata*

Nous signalerons, par exemple, la présence du *za* dans la plaine calcaire jurassique du bassin du Fiherena. C'est là un gros arbre d'une vingtaine de mètres de hauteur environ, dont le tronc est cylindrique sur toute sa longueur et atteint un diamètre de 3 m. 50 à 4 m. L'écorce est mamelonnée, mais lisse et grisâtre; les rameaux sont gros, courts et étalés. Les fruits sont relativement peu allongés pour l'espèce; leur longueur n'est guère que le double de leur largeur.

Les graines sont mangées par les Bara et les Masikora, mais elles sont moins estimées que celles de l'*Adansonia Grandidieri* que nous allons citer plus loin.

Dans la même région, l'un de nous a pu observer une autre utilisation, peut-être accidentelle, mais, en tout cas, curieuse du *za*. Sur le tronc d'un pied isolé, des chevilles de bois avaient été fixées à différents niveaux. Ces échelons invitaient à une escalade qui permit de constater que, au sommet même du tronc, était une excavation formant citerne et dans laquelle une assez grande quantité d'eau était accumulée. D'autre part, toutes les bifurcations des rameaux étaient garnies de nids de perroquets et de corbeaux, ce qui expliquait pourquoi tout le sol, sous l'arbre, était couvert d'une couche de guano de 10 à 15 centimètres d'épaisseur. Évidemment, les échelons servaient aux indigènes pour atteindre les nids, et aussi la citerne. L'eau de ce puits aérien était fraîche, de saveur toutefois légèrement saumâtre... probablement parce que quelque peu de guano y macérait.

Nous connaissons encore l'*Adansonia Za* dans la Sakeny (c'est-à-dire, dans l'Ouest, vers le niveau de Morondava), sur les grès, ainsi que, plus au Sud, dans la pénéplaine entre Ampanihy et le Menarandra, sur les gneiss.

Tout comme l'*Adansonia madagascariensis*, que nous avons autrefois, dans le Nord, signalé dans le bois de la Loky, sur les grès liasiques et les terrains gneissiques, l'*Adansonia Za* n'est donc pas, on le voit, exclusivement calcicole.

Les fruits de la Sakeny et d'Ampanihy sont très allongés et jusqu'à six à sept fois plus longs que larges.

Dans la plaine calcaire d'Esompy, sur la rive gauche du Menarandra, les arbres sont à tronc gros et court, de 5 à 8 mètres de hauteur sur 2 à 3 mètres de diamètre; les fruits sont encore allongés.

Ceci dit, il n'y a pas lieu d'insister plus longuement sur cet *Adansonia Za*, dont les caractères généraux, au point de vue des feuilles, des fleurs et des graines, sont sensiblement les mêmes dans tous les cas.

Une espèce dont nous avons, au contraire, à reprendre l'étude, c'est l'*Adansonia Fony* Bail.

Lorsque nous décrivions en 1910 sous le nom d'*Adansonia rubrostipa* (fig. 2) le *zamena* de l'Ambongo, nous faisions remarquer que, par ses feuilles à folioles dentées ainsi que par ses fruits ellipvoïdes, il se rapprochait extraordinairement de cet *Adansonia Fony* de Baillon; nous ajoutions néanmoins que les quelques caractères donnés pour l'espèce du Sud étaient trop vagues pour qu'il fût possible d'affirmer l'identité des deux baobabs.

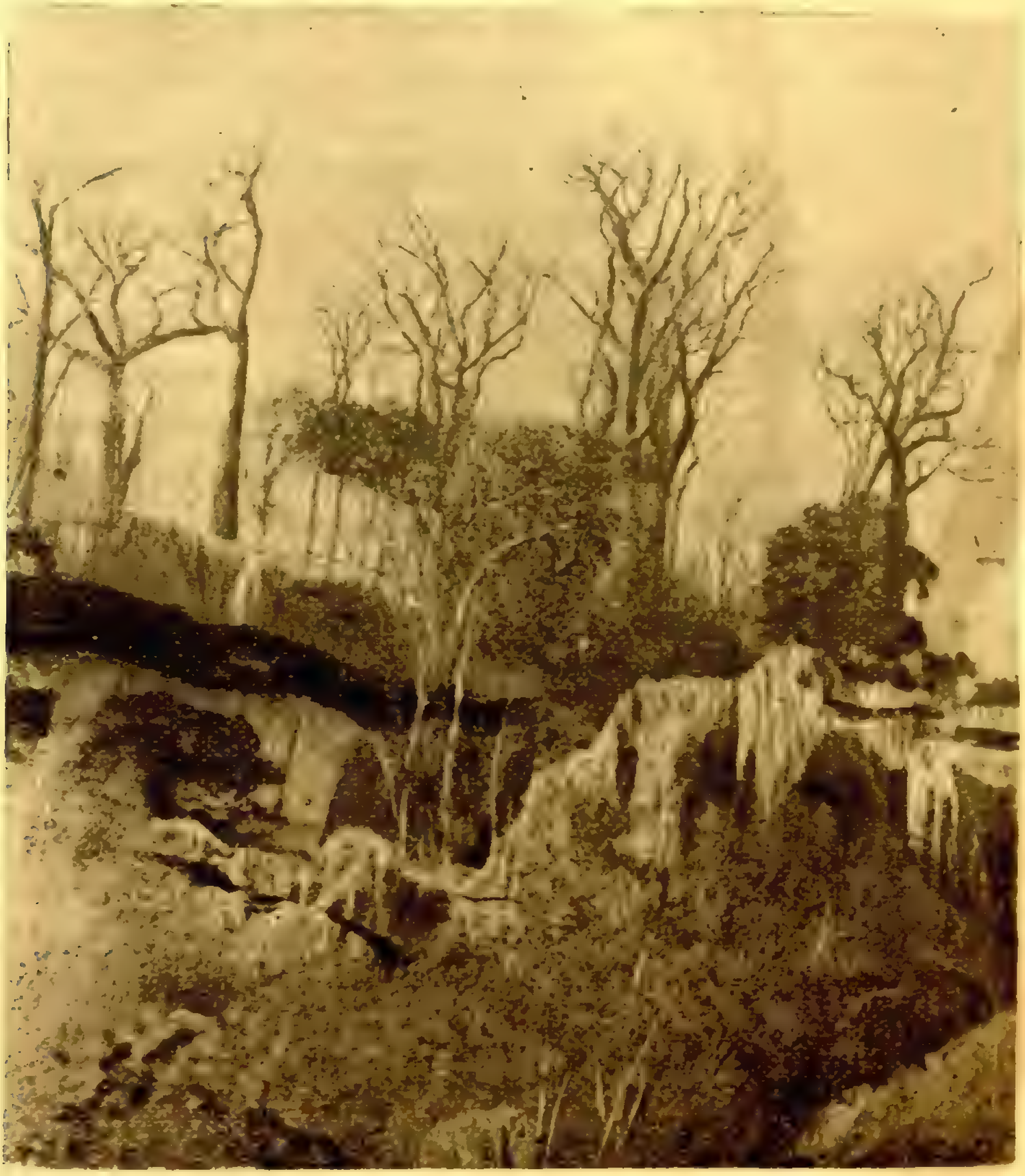


Fig. 2. — ***Adansonia rubrostipa*** de Namoroka

Baillon disait, en effet, simplement : « Le *fony* est une autre espèce (que le *za*) qui se trouve à la baie de Saint-Augustin, mais qu'on suppose, en outre, croître sur toute l'étendue de la côte occidentale de l'île. C'est dit-on, un arbre très élevé et très élancé, dont les fleurs sont rouges. On le croit bien distinct de l'*Ad. madagascariensis*, et nous le nommerons provisoirement *Ad. Fony.* Nous avons sous les yeux ses jeunes feuilles, également composéesdigitées, et à folioles lancéolées. Mais celles-ci sont sessiles sur le pétiole commun, d'un vert terne, pâle et un peu glauque, et elles sont très nettement dentées-serrées. Leur côte est très visible, et leurs nervures secondaires le sont très peu. Sur notre échantillon elles ne dépassent pas 8 centimètres de longueur. Le fruit, ellipsoïde, a environ 1 décimètre de long et est un peu moins large. Son péricarpe est mince, fragile, tout chargé d'un épais tomentum velouté, d'un brun un peu verdâtre. Les graines portent les traces de la pulpe qui les englobait. Elles sont tout à fait réniformes, longues de 1 à 1 1/2 centimètre, brunes à la surface avec un embryon fortement plissé, comme celui des autres baobabs. »

D'après ces seuls caractères, il y avait évidemment de grandes ressemblances entre ce *fony* et notre *zamena*; et ce n'était guère que la couleur des fleurs et les dimensions de l'arbre qui pussent nous faire hésiter, et qui, en fait, nous empêchèrent de rattacher notre espèce au *fony*. Mais de notes que nous communiqua obligeamment un peu plus tard M. H. Poisson il ressortait que ces deux caractères des dimensions de l'arbre et de la couleur des fleurs indiqués par Baillon n'étaient nullement rigoureux et constants. Comme il pouvait paraître peu probable que les fleurs — non vues par Baillon — fussent différentes de celles de notre *zamena*, toute distinction nette disparaissait; et c'est ce qui tout dernièrement (1) nous rendit plus affirmatifs et nous décida, en citant incidemment le *fony*, à le ramener à l'*Adansonia rubrostipa*.

Nous ne conserverons pourtant pas aujourd'hui cette identification incidente et nous reviendrons à la séparation que nous avions tout d'abord adoptée; ceci après l'examen de spécimens à peu près complets de *fony* récoltés par l'un de nous sur les dunes entre le le Fiherena et le Manambo. Nous ne disons, d'ailleurs, ces specimens un peu incomplets que parce que les fleurs recueillies étaient desséchées; nous possédons, d'autre part, les feuilles et les fruits.

Ces feuilles et ces fruits du *fony* du Sud n'offrent vraiment pas de différence bien tranchée avec les feuilles et les fruits du *zamena*. Les feuilles sont assez longuement pétiolées, et les folioles sont sessiles, ovales, aiguës aux deux extrémités, à bords dentés, comme dans notre *Adansonia rubrostipa*; elles sont aussi sensiblement de mêmes dimensions. Les fruits sont légèrement plus hauts que larges et ont la vestiture de ceux de l'*Adansonia rubrostipa*; ils sont, en somme, de même grosseur, tantôt un peu plus petits, tantôt, par contre, un peu plus volumineux.

---

(1) H. Jumelle et H. Perrier de la Bâthie : *Histoire naturelle d'un lac de Madagascar*. (Revue générale de Botanique, 1912).

Le port de l'arbre et l'écorce du tronc sont bien souvent également le port et l'écorce de l'*Adansonia* de l'Ambongo; parfois seulement l'écorce est grise et s'enlève en volutes, et le tronc est brusquement rétréci sous les ramifications, ce qui lui donne la forme d'un énorme cigare. Les branches sont étalées.

Tous ces caractères paraîtraient donc bien confirmer l'exactitude d'une identification si deux nouveaux caractères ne venaient par contre l'infirmer.

En si mauvais état que soient nos fleurs, elles permettent tout au moins cette constatation importante que le tube staminal, si court dans l'*Adansonia rubrostipa*, où il n'atteint pas 2 centimètres et est environ six fois moins long que les parties libres des filets, a ici 6 à 7 centimètres et est à peu près de même longueur que les filets libres qui le continuent.

D'autre part, même dans les fruits de *fony* plus petits que ceux de *zamena*, les graines sont plus grosses que celles de ce *zamena* (12 mm. sur 9, au lieu de 8 mm. sur 5), et elles sont à surface moins veloutée.

Ces différences dépassent les limites des variations admissibles, en dépit de la grande ressemblance des feuilles. Pour celles-ci, tout ce que peut révéler un examen attentif, c'est que les grandes folioles se rétrécissent un peu plus tôt vers la base et vers le sommet, et, par conséquent, sont plus ovales dans le *fony* que dans le *zamena*, où elles seraient un peu plus elliptiques.

On ne peut guère douter, au surplus, étant donné la région d'où proviennent nos échantillons, qu'ils correspondent réellement au *fony* de Baillon, quoique la description si courte de ce botaniste — dans laquelle il n'est pas question des fleurs — s'applique, en somme, presque indistinctement à l'une et à l'autre des deux plantes que nous comparons.

L'*Adansonia rubrostipa* resterait donc exclusivement le *zamena* de l'Ambongo; et le *fony* du Sud, qui est l'espèce que l'on trouve dans la région du Manampetsa, est un baobab distinct, l'*Adansonia Fony* Baill., désormais bien caractérisé.

De la couleur des fleurs de ce *fony* nous ne pouvons rien dire, puisque nous ne les avons vues que desséchées ; quant à la taille de l'arbre, peut-être est-elle parfois aussi élevée que le dit Baillon, mais, en tout cas, les pieds de la région du Manampetsa sont plutôt plus petits encore que ceux de l'*Adansonia rubrostipa*, car ils ne dépassent guère 4 mètres de hauteur, avec un tronc de 1 m. 75 de diamètre.

Les fleurs apparaissent en même temps que les feuilles ; ce qui est peut-être dû au climat de la contrée, où les pluies sont tardives et rares.

La troisième espèce (pl. 14) de baobab que nous connaissons dans le Sud-Ouest est l'*Adansonia Grandidieri* Bail., ou *reniala*, qui paraît, du reste, localisé à Morondava, et, par conséquent, à un niveau de la côte notablement plus élevé, dans l'Ouest, que celui de l'espèce précédente.

Ainsi que l'a bien indiqué Drake del Castillo, le tube staminal de cet *Adansonia* est excessivement court (1 cm.) ; les parties libres des filets sont environ quatre fois plus longues.

Les boutons floraux, qui sont plus ou moins sphériques dans l'*Adansonia digitata* et longuement cylindriques dans toutes les espèces malgaches autres que l'*Adansonia Grandidieri*, sont, dans cet *Adansonia*, en forme de massue (4 cm. sur 2).

La fleur est blanche, même le calice sur sa face interne ; seule la face externe de ce calice est rouge foncé. Pendant l'anthèse, toutes les divisions du périanthe sont enroulées vers le dehors ; mais après l'anthèse les pétales seuls s'appliquent et s'étalent en avant sur les filets staminaux qui les cachent.

Les fruits sont de forme un peu variable, mais, le plus souvent, ils sont oblongs, à extrémité comme tronquée. Leur péricarpe est plus mince et plus fragile que dans toutes les autres espèces malgaches.

Le port est celui de l'*Adansonia digitata*, mais l'écorce est rougeâtre ; elle est presque lisse et ne s'enlève pas en volutes. Les rameaux sont plus courts et plus étalés que dans l'espèce du continent africain. Sur les vieux pieds, ils partent tous de la même hauteur.

Les feuilles — qui n'ont jamais été décrites — sont comme toutes les autres parties de la plante, très caractéristiques. Au sommet d'un pétiole pubescent, long de 10 centimètres environ, sont 5 à 7 folioles très faiblement (5 mm. au plus) pétiolulées, lancéolées et étroites (9 cm. sur 2 cm. pour la foliole médiane), également pubescentes sur les deux faces et sur les nervures.

L'écorce de l'*Adansonia Grandidieri* est plus tenace que celle de tous les autres baobabs de l'île. C'est avec ses faisceaux fibreux que sont faits tous les cordages des goëlettes de Morondava.

Les graines, qui s'altèrent très vite, sont mangées par les Sakalaves, qui en sont très friands.

En résumé, nous pouvons ainsi maintenant distinguer tous les baobabs indigènes que nous connaissons à Madagascar :

I. Le tube staminal n'atteint pas 2 centimètres.

  A. Il est six fois plus court que la partie libre des filets; le bouton floral est allongé; les folioles sont dentées . . . . *Ad. rubrostipa* J. et P.

  B. Il est quatre fois plus court que la partie libre des filets; le bouton floral est en massue; les folioles sont pubescentes, non dentées. . . . *Ad. Grandidieri* Bail.

II. Le tube staminal atteint plus de 3 centimètres.

  A. Il est quatre fois plus court environ que les parties libres des filets . . . . *Ad. alba* Jum. et Perr.

  B. Il est environ deux fois plus court.

    a) Fruits notablement plus longs que larges; pétiolules allongés et glabres . . . . *Ad. Za* Bail.

    b) Fruits légèrement plus longs que larges; pétiolules courts et pubescents . . . . *Ad. Bozy* Jum. et Perr.

  C. Le tube staminal est sensiblement de même longueur que les parties libres des filets.

    a) Les folioles sont dentées et ovales; fruits un peu plus hauts que larges . . . . *Ad. Fony* Bail.

    b) Les folioles sont entières et spatulées; fruits un peu plus larges que hauts . . . *Ad. madagascariensis* Bail.

Ainsi se trouve complété le premier tableau que nous donnions au début de cette note.

L'*Adansonia Za* reste toujours l'espèce qui, sur le versant occidental, a l'aire la plus vaste de distribution. Vers le Sud, les deux autres espèces sont l'*Adansonia Grandidieri*, de Morondava, et l'*Adansonia Fony*, des dunes au-dessous de Tuléar. Vers le Nord, ces deux espèces sont remplacées par l'*Adansonia rubrostipa* de l'Ambongo, et par l'*Adansonia madagascariensis*, l'*Adansonia Bozy* et l'*Adansonia alba* dont nous avons indiqué la répartition dans un travail antérieur.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

GEORGES ROUY. — **Flore de France**, tomes XII et XIII (1).

Le grand travail de M. Georges Rouy sur la description des espèces, sous-espèces, races, variétés, sous-variétés et hybrides de la Flore de France approche de sa fin. Les tomes XII et XIII se sont succédés assez rapidement, et il ne reste plus qu'un volume à paraître; ainsi se trouvera achevé cet énorme ouvrage, si précieux pour les Botanistes descripteurs.

Le tome XII contient la fin des Dicotylédones (toutes les Monochlamydées) et le commencement des Monocotylédones (Liliacées). On peut y signaler les descriptions très détaillées des hybrides dans les genres *Rumex* et *Polygonum*, une classification très nette et très bien établie dans le genre *Euphorbia*, et surtout ce qui se rapporte au genre *Salix* dont l'étude si difficile est rendue plus claire par une clef dichotomique de sections, par une nouvelle manière d'y comprendre la hiérarchie des espèces et par une excellente description des Saules hybrides. Dans les Liliacées, où les descriptions sont aussi très soignées, l'auteur a établi non seulement des clefs d'espèces, mais aussi des tableaux synoptiques relatifs aux tribus, aux genres, aux sous-genres et aux sections, ce qui facilite singulièrement les recherches.

Le tome XIII renferme le reste des Monocotylédones, sauf les Graminées qui, avec les Cryptogames vasculaires, se trouveront dans le tome XIV et dernier, annoncé comme devant paraître en 1913. A signaler dans ce tome XIII, tout ce qui se rapporte aux Orchidées et aux Cypéracées. M. Rouy élucide dans ces deux grandes familles, de nombreux et difficiles problèmes de classification.

Une remarque pour terminer. Il faut s'applaudir de voir que l'auteur déclare, dans l' « *Avis aux lecteurs* » placé en tête du tome XIII, ne pas se tenir comme lié par le fameux Congrès de Vienne de 1905. A propos des races, M. Georges Rouy s'écrie avec raison : « ... il ne suffit donc pas d'un vote, émis d'ailleurs à une majorité toute relative, pour supprimer une pareille donnée de classification !... »

---

(1) Chez les fils d'Emile Deyrolle, 46, rue du Bac, Paris. Tome XII, prix : 10 fr. — Tome XIII, prix : 10 fr

En terminant ce court article, je félicite mon cher confrère et ami de mener ainsi à bonne fin cet énorme monument, et il faut féliciter aussi l'Académie des Sciences, qui a accordé cette année à l'auteur, pour sa Flore de France, le Prix Jérôme Ponti.

GASTON BONNIER.

FOUARD E. — **Recherches sur une méthode de préparation des membranes semi-perméables, et son application à la mesure des poids moléculaires, au moyen de la pression osmotique** (*Bulletin de la Société chimique de France*, 4^e série, t. IX-X^{bis}, pages 637-646, 1911).

On sait que les membranes semi-perméables obtenues en se servant comme supports de vases en porcelaine poreuse sont d'une préparation extrêmement délicate.

E. FOUARD a pensé que l'on pourrait rendre beaucoup plus facile la fabrication de ces membranes en remplaçant la porcelaine poreuse servant de support par une membrane filtrante en collodion préparée à l'abri de l'air suivant la technique indiquée par ROUX et SALIMBENI. Lorsqu'on traite une telle membrane de collodion, par la méthode de TRAUBE et de PFEFFER, une précipitation interne de gélatine tannique ou de ferrocyanure cuivrique se produit dans les pores très ténus du tissu de collodion, et l'on obtient alors, avec une grande régularité, une membrane parfaitement semi-perméable.

Étant ainsi parvenu à rendre très facile la préparation des cellules osmotiques, l'auteur a cherché à établir une méthode osmométrique pratique permettant de mesurer le poids moléculaire des corps en solution dans l'eau. On sait combien les variations osmotiques sont plus sensibles que les variations cryoscopiques et ébullioscopiques (une solution normale d'un corps quelconque exerce une pression osmotique équilibrée par une colonne d'eau de 230 mètres de hauteur); il est donc facile de comprendre l'intérêt que présenterait une telle méthode.

Mais, les membranes semi-perméables faites sur collodion, préparées comme il vient d'être indiqué, ne permettent pas l'évaluation directe des pressions osmotiques, à cause de leur trop faible rigidité; l'exercice d'une pression, distendant la membrane et son précipité, détruit en effet rapidement la semi-perméabilité. En se basant sur ce fait, que la stabilité d'une paroi quelconque augmente considérablement quand on lui donne un faible rayon de courbure, FOUARD a pu vaincre cette difficulté. Il a fabriqué une chambre cylindrique en toile métallique, terminée par deux douilles de métal; cet appareil, immergé dans un bain de collodion à 6 %, se recouvre d'une pellicule occupant chaque maille de la toile, sous forme de petites alvéoles présentant un faible rayon de courbure. La cellule de « collodion armé » ainsi préparée, est ensuite rendue semi-perméable dans des conditions qui sont indiquées en détail par l'auteur; elle possède alors un volume constant et résiste à une pression de plusieurs atmosphères sans variation de la semi-perméabilité acquise.

Fouard a entrepris la mesure du poids moléculaire de plusieurs corps en se servant de cellules osmotiques fabriquées ainsi qu'il vient d'être dit, et en appliquant la loi de Van't Hoff. Or, les résultats obtenus ont montré que, d'une façon constante, la hauteur expérimentale est toujours inférieure à celle qui devrait être obtenue. Cette dénivellation, qui existait d'ailleurs aussi dans les expériences de Pfeffer, n'est pas due à une imperfection des membranes, elle doit être attribuée à la structure même des solutions.

L'auteur, concluant de ces expériences que la mesure directe des poids moléculaires par la pression osmotique était impraticable en appliquant la loi de Van't Hoff, modifia sa technique de la manière suivante : au lieu de baser sa méthode sur la mesure de la hauteur de la colonne d'eau faisant équilibre à la pression osmotique de la solution à étudier, il imagina de mesurer cette pression osmotique en lui faisant équilibre, de l'autre côté de la membrane, par une solution d'un corps connu. Il introduit dans la cellule osmotique la solution, à une concentration connue, de la substance dont il veut déterminer le poids moléculaire; la cellule munie d'un tube capillaire à branche horizontale est ensuite plongée dans une solution de saccharose parfaitement pure, préparée de telle sorte que sa pression osmotique soit supérieure à celle de la solution étudiée; un appel d'eau se produit vers la saccharose et on constate le recul, vers la cellule, du liquide contenu dans le tube capillaire. En diluant convenablement et progressivement la solution de saccharose extérieure, on arrive à obtenir une solution ayant une pression osmotique identique à celle de la solution étudiée, et par conséquent dans laquelle la cellule de collodion peut être plongée sans qu'il y ait déplacement de la colonne contenue dans son tube capillaire. Il est inutile de mesurer la température à laquelle on opère, à la condition que cette température ne subisse pas de variations brusques et fréquentes, car elle est la même dans la solution à étudier et dans la solution de saccharose.

La concentration c % de la solution à étudier étant connue, la concentration s % de la solution de saccharose étant donnée par le titrage de cette dernière solution, enfin, les deux solutions étant équimoléculaires, on a, en représentant par M le poids moléculaire de la substance étudiée, $\frac{M}{c} = \frac{342}{s}$, d'où $M = 342 \frac{c}{s}$.

L'application de cette méthode à la détermination du poids moléculaire de différents corps a donné des résultats dont l'exactitude avait rarement été obtenue au moyen des méthodes employées jusqu'ici.

L'auteur indique les différentes précautions à prendre pour obtenir des déterminations satisfaisantes; il se propose de rechercher si la méthode qu'il a établie pourrait être modifiée en vue de son application à l'étude des corps insolubles dans l'eau. R. COMBES.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Louis **MATRUCHOT**, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, a été nommé professeur titulaire de Botanique à la même Faculté.

⁂

M. Joannes **CHATIN**, Membre de l'Institut, Professeur d'Histologie à la Sorbonne, est mort le 5 juillet 1912. Parmi ses recherches nombreuses, relatives pour la plupart aux tissus animaux, il faut citer celles qu'il a faites sur la Botanique, notamment ses travaux relatifs aux Scrofulariacées et au *Limodorum abortivum*.

⁂

L'Académie des Sciences a accordé sur les fonds Roland Bonaparte :

1° Une somme de 3.000 fr. à M. **PITARD**, Professeur à l'École de Médecine de Tours, pour continuer ses études sur la Flore du Maroc.

2° Une somme de 3.000 fr. à M. **HAMET** pour poursuivre ses études sur les Crassulacées

3° Une somme de 2.000 fr. à M. **SAUVAGEOT**, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour continuer ses recherches sur les Algues de l'Océan et de la Méditerranée.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

I. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE

Arnaud et Foëx. — Sur la forme de l'Oïdium du Chêne en France. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bainier et Sartory. — Etude biologique et morphologique de certains *Aspergillus* à pigment. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

Bally W. — Cytologische Studien an Chytridineen. (*Jahrbücher für wissensch. Botanik*. Bd. L, 1911).

Barrett, J. T. — Development and sexuality of some species of *Olpidiopsis* (Cornu) Fischer. (*Ann. of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Beauverie, J. — Les méthodes de la biométrique appliquées à l'étude des levures. (*C. R. de la Soc. de Biol.*, T. LXXII, 1912).

Bliss, M. C. — A contribution to the life-history of *Viola*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Bottomley, W. B. — The root-nodules of *Myrica Gale*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Capitaine, L. — Contribution à l'étude morphologique des graines de Légumineuses. (*Thèse pour le Doctorat ès sciences*, 436 pages, 27 planches. *Larose, 11, rue Victor-Cousin*, 1912).

Caravo, E. — Su l'origine e su la differenziazione dei tessuti nelle foglie. (*Annali di Botanica*, Vol. IX, Fasc. 4, 1911).

Chaillot. — Sur la végétation des Orchidées. (*Revue scientifique du Limousin*, 1912).

Chamberlain, J. C. — Morphology of *Ceratozamia*. (*The Botanical Gazette*, T. LIII, 1912).

Chauveaud, G. — Sur l'évolution des faisceaux vasculaires dans les différentes parties de la plantule des Phanérogames. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4^{e} série, T. XI, 1911).

Compton, R. H. — Note on a case of doubling of embryo-sac, pollen-tube, and embryo. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Davis. — Cytological studies on *Œnothera*, III. A comparaison of the reduction divisions of *Œnothera Lamarckiana* and *O. Gigas*. (*Annals of Botany*, Vol. XXV, 1911).

Derschau. — Über Kernbrücken und Kernsubstanz in pflanzlichen Zellen. (*Archiv für Zellforschung*, Bd. 7, H. 3, 1911).

Doinet. — Sur la croissance de *Volvaria gloiocephala*. (*Procès-verbaux de la Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXV, 1911).

Douin, I. — Protonéma et propagules chez les Hépatiques. (*Revue bryologique*, 1910).

Evans, A. W. — Branching in the leafy Hepaticae. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Foëx, E. — *Oidium alphitoides* Griffon et Maublanc. (Oïdium des Chênes). (*Coulet, éditeur, Montpellier*, 1912).

Foëx, E. — De la présence de deux sortes de conidiophores chez *Oidiopsis taurica*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Foëx, E. — De la présence de deux sortes de conidiophores chez *Oidiopsis taurica* Lév. (*Coulet, éditeur, Montpellier*, 1912).

Foëx, E. — Les conidiophores des Erysiphacées. (Note préliminaire). (*Coulet, éditeur, Montpellier*, 1912).

Foëx, E. — Notes sur les modes d'hibernation de l'Oïdium de la Vigne. (*Congrès viticole de Montpellier*, 1911).

Hannig, E. — Über die Bedeutung der Periplasmodien. — I. Die Bildung des Perispors bei *Equisetum*. — II. Die Bildung der Massulae von *Azolla*. — III. Kritische Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung von Tapeten und Periplasmodien. (*Flora*, 1911).

Hannig, E. — Über das Vorkommen von Perisporien bei den Filicinen nebst Bemerkungen über die systematische Bedeutung derselben. (*Flora*, 1911).

Heckel, E. — Sur la nature morphologique et anatomique des graines et des écailles séminales du *Spermolepsis gummifera* Brongniard et Gris : présence de canaux sécréteurs dans la moelle et dans la zone périmédullaire de ce végétal. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Hue. — Notice sur les spores des *Licheni blasteniospori* Mass.. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Itô, H. — Note on yeasts from Quince liquor. (*Journal of the College of agriculture*, Vol. I, no 3, 1911).

Janssonius und Moll. — Der anatomische Bau des Holzes der Pfropfhybride *Cytisus Adami* und ihrer Komponente. (*Recueil des travaux botaniques Néerlandais*, Vol. VIII, 1911).

Kajanus, B. — Morphologische Flechtenstudien. (*Arkiv. för Botanik.*, Bd. 10, no 4, 1911).

Kominomi, K. — Notes on the bacteriology of « Akashiwo ». (*The Botanical magazine*, Vol. XXV).

Kurono, K. — Studies on the butyric acid forming bacillus of

« Saké Moromi ». (*Journal of the College of agriculture,* Vol. I, nº 3, 1911).

Kusano, S. — *Gastrodia elata* and its symbiotic association with *Armillaria mellea.* (*Journal of the College of Agriculture Imperial University of Tokyo,* Vol. IV, 1911).

Kusano, S. — Zoospore copulation in lower Fungi. (*The Botanical magazine,* Vol. XXV, 1911).

Kuwada, Y. — Maiosis in the pollen morther cells of *Zea Mays L.* (*The Botanical magazine,* Vol. XXV, 1911).

Lasseur, P. — Contribution à l'étude du *Bacillus chlororaphis* Guignard et Sauvageau. (*Annales de la Science agron. franç. et étrang.,* 1911).

Lavialle, P. — Observations sur le développement de l'ovaire en fruit chez les Composées. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France,* 4ᵉ sér., T. XI, 1911).

Lavialle, L. — Recherches sur le développement de l'ovaire en fruit chez les Composées. (*Annales des Sciences naturelles,* 9ᵉ sér., *Botanique,* T. XV, 1912).

Le Blanc, A. — Sur les diaphragmes des canaux aérifères des plantes. (*Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme d'études supérieures. Paris,* 1912).

Lemoine, Mᵐᵉ. — Sur les caractères généraux des genres de Mélobésiées arctiques et antarctiques. (*Comptes rendus,* T. CLIV, p. 781, 1912).

Lewis, F. — Alternation of generations in certain Florideae. (*The Botanical Gazette,* Vol. LIII, 1912).

Lignier, O. — Essai sur les transformations de la stèle primitive dans l'embranchement des Phyllinées. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4ᵉ sér., T. XI, 1911).

Lignier. — Ce qu'il faut entendre par « le mériphyte ». (*Bull. de la Soc. botanique de France,* T. LVIII, 4ᵉ sér., T. XI, 1911).

Longo, B. — Sul *Ficus Carica.* (*Annali di Botanica,* Vol. IX, Fasc. 4ᵉ, 1911).

Mitsuda, T. — Note on yeasts of « Sho-yu »-mash. (*Journal of the College of agriculture,* Vol. I, nº 3, 1911).

Miyake, K. and Yasui K. — On the Gametophytes and Embryo of *Pseudolarix.* (*Annals of Botany,* Vol. XXV, nº XCIX, 1911).

Moreau, F. — Les phénomènes intimes de la reproduction sexuelle chez quelques Mucorinées hétérogames. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4ᵉ série, T. XI, 1911).

Moreau, Mᵐᵉ. — Sur l'existence d'une forme écidienne uninucléée. (*Bull. Soc. Mycologique de France,* T. XXVII, 1911).

Nakano, H. — Variation in the seeds and pulp-vesicles of *Citrus aurantium* L. subsp. *nobilies* Mak. var. *Tachibana* Mak. (*The Botanical magazine,* Vol. XXVI, 1912).

Ohno, N. — Beobachtungen an einer Süsswasser-Peridinee. (*Journal of the College of Science, Imp. Un. of Tokyo*, Vol. XXXII, 1911).

Okuda, Y. — On the lactic acid bacillus of « Moto »-mash. (*Journal of the College of agriculture*. Vol. I, nº 3, 1911).

Palmans, L. — Précis d'anatomie végétale. (*Wesmael-Charlier, éditeur, Namur*, 95 p., 1911).

Pavillard, I. — Remarques sur l'évolution des Urédinées. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Pensa, A. — Ancora di alcune formazioni endocellulari dei vegetali. (*Anatomischer Anzeiger*, Bd. XXXIX, p. 520, 1911).

Pfeiffer, W. M. — The morphology of *Leitneria Floridana*. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Planchon, L. — Sur le *Sarcocaulon Patersoni* Eckl. et Zeyh. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, T. XIX, 1911).

Planchon, L. — Sur l'*Erythrophleum densiflorum* (Elm.) Merr. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, T. XIX, 1911).

Rombach, S. — Die Entwicklung der Samenknospe bei den Crassulaceen. (*Recueil des Travaux botaniques Néerlandais*, Vol. VIII, 1911).

Souèges, R. — Recherches sur l'embryogénie des Renonculacées. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Svedelius. — Über den Generationswechsel bei *Delesseria sanguinea*. (*Svensk Botanisk Tidskrift*, Bd. 5, H. 3, 1911).

II. — PHYSIOLOGIE

Dangeard, P.-A. — Sur les Sulfuraires. (*C. R. de l'Académie des Sciences*, T. CLIII, 1911).

Dixon, H. H. — Transpiration and the ascent of sap. (*The Smithsonian Report for*, 1910-1911).

Forenbacher, A. — Die Chondriosomen als Chromatophorenbildner. (*Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, Bd. XXIX, H. 10, 1911).

Godlewski, E. — Über anaerobe Eiweisszersetzung und intramolekulare Atmung in den Pflanzen. (*Bulletin de l'Acad. des Sc. de Cracovie*, 1911).

Grezes. — Recherches sur la sucrase de l'*Aspergillus niger*. (*Diplôme d'études supérieures*, 25 pages. *Maretheux, Paris*, 1912).

Guilliermond, A. — Quelques remarques nouvelles sur le mode de formation de l'amidon dans la cellule végétale. (*C. R. des séances de la Soc. de Biologie*, T. LXXII, 1912).

Guilliermond, A. — Sur l'origine des leucoplastes et sur les processus cytologiques de l'élaboration de l'amidon dans le tubercule de pomme de terre. (*Comptes rendus*, T. CLIII, p. 1492, 1911).

Guilliermond, A. — Nouvelles remarques sur l'origine des chloroleucites. (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, T. LXXII, p. 86, 1912).

Harris, A. — The influence of the seed upon the size of the fruit in *Staphylea*. I. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Irving. — The effect of chloroform upon respiration and assimilation. (*Annals of Botany*, Vol. XXV, 1911).

Javillier, M. — Influence de la suppression du zinc du milieu de culture de l'*Aspergillus niger* sur la sécrétion de sucrase par cette Mucédinée. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Khrennikoff, A. — Action de la chaleur sur la peroxydiastase des grains de Blé à différents degrés de maturation. (*C. R. de la Société de Biologie*, T. LXXII, 1912).

Kluyner, A. J. — Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. (*Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss. in Wien*. Bd. CXX, Abt. 1, 1911).

Kostytschew et A. Scheloumow. — Über die Einwirkung der Gârungsprodukte und der Phosphate auf die Luftverdünnung. (*Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, Bd. L, 1911).

Kôvessi, F. — Influence de l'électricité à courant continu sur le développement des plantes. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Land, G. — An electrical constant temperature apparatus. (*Bot. Gazette*, Vol. LII, nº 5, 1911).

Lepeschkin. — Über die Einwirkung anâsthesierender Stoffe auf die osmotischen Eigenschaften der Plasmamembran. (*Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, Bd. XXIX, H. 6, 1911).

Livingston, E. B. et Brown, H. W. — Relation of the daily march of transpiration to variations in the water content of foliage leaves. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Lloyd, E. F. — Carbon dioxide at high pressure and the artificial ripening of Persimmons. (*Science*, Vol. XXXIV, 1911).

Lloyd, E. F. — The relation of transpiration and stomatal movements to the water-content of the leaves in *Fouquieria splendens*. (*The plant World*. Vol. XV, 1912).

Lubimenko et Froloff-Bagreieff. — Influence de la lumière sur la fermentation du moût de raisin. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Lutz, L. — Les Algues vertes et les flacons de culture. Réponse à M. Molliard. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Mac Dougal. — The-water balance of desert-plants. (*Annales of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Molliard, M. — Action de divers polyuréïdes et de l'acide hippurique sur le développement et la tubérisation du Radis. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Molliard, M.— L'humus est-il une source directe de carbone pour les plantes vertes supérieures ? (*C. R. Acad. des Sciences*,T. CLIV,1912).

Molliard, M. — Sur les phénomènes d'oxydation comparés dans les galles et dans les organes homologues normaux. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Molliard, M. — Réponse à quelques objections relatives à l'action de la pesanteur sur la répartition de certaines Algues unicellulaires à la surface des flacons de culture. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Montemartini, L. — Ricerche anatomo-fisiologiche sopra le vie acquifere delle piante. (*Atti del R. Istituto botanico dell' Universita di Pavia*, sér. II, Vol. XV, 1912).

Montemartini. — Ricerche anatomo-fisiologiche sopra le vie acquifere delle piante. (*Rendiconti della R. Acad. dei Lincei*, Vol. XXI, sér. V, Fasc. 4, 1912).

Montemartini. — La nutrizione iniziale e lo sviluppo successivo del Tabacco. (*Le Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane*, Vol. XLIV, Fas. 10, p. 794, 1911).

Osorio. — Une propriété singulière d'une bactérie phosphorescente (Première note). (*C. R. de la Soc. de Biol.*, T. LXXII, p. 432, 1912).

Osterhout. — The permeability of living cells to salts in pure and balanced solutions. (*Science*, Vol. XXIV, 1911).

Ritter von Guttenberg. — Über die Verteilung der geotropischen Empfindlichkeit in der Koleoptile der Gramineen. (*Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik*, Bd. L., H. 3, 1911).

Sabachnikoff, V. — Action de l'acide sulfureux sur le pollen. (*C. R. de la Société de Biologie*, T. LXXII, 1912).

Takahashi and Yamamoto. — The assimilation and formation of amino-acids by *Saccharomyces Saké* and other yeast varieties. (*Journal of the College of agriculture*, Vol. I, n° 3, 1911).

III. — CHIMIE VÉGÉTALE

Agulhon, H. — Action de la lumière sur les diastases. (*Annales de l'Institut Pasteur*, T. XXVI, 1912).

Berg, A. — Les diastases hydrolysantes du Concombre d'âne (*Ecballium elaterium* A. Rich.). II. Ferment amylolytique. (*C. R. de la Société de Biologie*, T. LXXII, 1912).

Bourquelot et Fichtenholz. — Identification du glucoside des feuilles de *Kalmia latifolia* avec l'asébotine. (*C. R. Acad. des Sciences,* T. CLIV, 1912.)

Chodat, R. — Nouvelles recherches sur les ferments oxydants. (*Archives des Sciences physiques et naturelles,* T. XXXII, *Genève,* 1911).

Colin et Sénéchal. — Le fer est-il le catalyseur dans l'oxydation des phénols par la peroxydiastase du Raifort ? (*C. R. Acad. des Sciences,* T. CLIV, 1912).

Gérard. — Contribution à l'étude du potassium et du sodium chez les animaux. (*Thèse pour le Doctorat ès sciences,* 177 p., *Barnéoud et Cie, imprimeurs, Laval,* 1912).

Hasenfratz, V. — Sur les composés bromés des alcaloïdes du *Peganum harmala* et de leurs dérivés basiques. (*C. R. Acad. des Sciences,* T. CLIV, 1912).

Kurow, K. — On the asparagine splitting enzyme in yeast. (*Journal of the College of agriculture,* Vol. I, n° 3, 1911).

Kurono, K. — On the formation of fusel oil by Saké yeast. (*Journal of the College of agriculture,* Vol. I, n° 3, 1911).

Lebedeff, A. — Extraction de la zymase par simple macération. (*Annales de l'Institut Pasteur,* T. XXVI, 1912).

Lepeschkin. — Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran. (*Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft,* Bd. XXIX, H. 5, 1911).

Lloyd, E. F. — The tannin-colloid complexes in the fruit of the Persimmon, *Diospyros.* (*Biochemical Bulletin,* Vol. I, 1911).

Lloyd, E. — Ueber den Zusammenhang zwischen Gerbstoff und einem andern Kolloid in reifenden Früchten, insbesondere von *Phônix, Achras* und *Diospyros.* (*Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide.* Heft 2, Bd. IX, 1911).

Nowopokrowsky. — Ueber die Chlorzinkjod-Reaktion der Zellulose. (*Bulletin du Jardin Imperial Botanique de Saint-Pétersbourg,* T. XI, 1911).

Puriewitsch, K. — Untersuchungen über die Eiweisssynthèse bei niederen Pflanzen. (*Biochemische Zeitschrift,* Bd. 1, H. 2, 1912).

Tammes, T. — Notiz über das Vorkommen von Dipsacan bei den Dipsaceæ. (*Recueil des travaux botaniques Néerlandais,* Vol. VIII, 1911).

IV. — CLASSIFICATION

Aigret. — Espèces et formes nouvelles pour la Belgique. (*Bull. de la Soc. Royale de Botanique de Belgique,* T. XLVIII, p. 273, 1911).

Bainier et Sartory. — Etude de quelques *Citromyces* nouveaux. (*Bull. Soc. Mycologique de France,* T. XXVIII, 1912).

Benoist, R. — Les genres *Lepidagathis* et *Lophostachys* sont-ils distincts ? (*Notulæ systematicæ*, T. II, 1911).

Benoist, R. — Espèce et localités nouvelles de *Neuracanthus* (Acanthacées). (*Notulæ systematicæ*, T. II, 1911).

Benoist, R. — *Barleria* nouveaux de l'Afrique française. (*Notulæ systematicæ*, T. II, n° 5, 1911).

Benoist, R. — Espèces nouvelles de *Lepidagathis* (Acanthacées). (*Notulæ systematicæ*, T. II, n° 5, 1911).

Benoist, R. — Espèces et localités nouvelles du genre *Crossandra*. (*Notulæ systematicæ*, T. II, n° 5, 1911).

Bergamasco, G. — La creduta specie *Marasmius Bulliardi* Q. non é che una forma teratologica della specie *Marasmius Rotula* (Scop.) Fr. (*Bull. della Soc. bot. ital.*, 1911).

Bonati, G. — Sur quelques espèces japonaises et chinoises du genre *Scrofularia*. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Bonnier, G. — Flore complète (illustrée en couleurs) de France, Suisse et Belgique. 1er vol., 60 pl. en couleurs. (*Librairie générale de l'Enseignement*, 1, rue Dante, Paris, 1912).

Bouly de Lesdain, M. — Notes lichénologiques. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Brand. — Die Hydrophyllaceen der Sierra Nevada. (*University of California publications in Botany*, 1912).

Chevalier — Novitates floræ africanæ. — Plantes nouvelles de l'Afrique tropicale française décrites d'après les collections de M. Aug. Chevalier. (*Bulletin de la Société botanique de France. Mémoires*, 4e sér., T. XI, 1911).

Coppey, A. — Sur la présence du *Plagiothecium curvifolium* Schliep. dans les Vosges et le Jura, et sur la valeur spécifique de cette Mousse. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Coppey, A. — Contribution à l'étude des Muscinées de l'Ouest et du littoral. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Coppey, A. — Mousses du Sahara. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Coste. — L'*Herbarium Rosarum*. Réponse à M. Gandoger. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Coste et Soulié. — Plantes nouvelles, rares ou critiques. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Cuénod, A. — *Atractylis candida* sp. nov. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Danguy, P. — Contribution à l'étude du genre *Apocynum dans* l'Asie centrale. (*Notulæ systematicæ*, T. II, 1911).

Dubard, M.— Description de quelques espèces de *Planchonella*, de la section *Pierriplanchonella,* d'après les documents de L. Pierre. (*Notulæ systematicæ,* T. II, 1911).

East, E. M. — A study of hybrids between *Nicotiana Bigelovii* and *N. Quadrivalvis.* (*The Botanical Gazette,* Vol. LIII, 1912).

Fron, G. — Notes sur quelques Mucédinées observées sur *Cochylis ambiguella.* (*Bull. Soc. Mycologique de France,* T. XXVII, 1911).

Guillaumin, A. — Remarques sur la synonymie de quelques plantes néo-calédoniennes (VI) : Myrtacées. (*Notulæ systematicæ,* T. II, 1911).

Guillaumin. — A propos de l'*Atalantia stenocarpa* Drake. (*Notulæ systematicæ,* T. II, n° 5, 1911).

Guinier, Ph. — Un Saule peu connu de la flore de France (*Salix atrocinerea* Brot.). (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Hall Harvey Monroe. — New and noteworthy californian plants, I. (*University of California publications in Botany,* Vol. IV, n° 12, p. 195, 1912).

Hamet, R. — Sur un nouveau *Sedum* du Tibet. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Hauman-Merck. — Observations éthologiques et systématiques sur deux espèces argentines du genre *Elodea.* (*Recueil de l'Institut botanique Léo Errera,* T. IX, 1912).

Hayata, B. — Sur une espèce nouvelle de Fougère du genre *Drymotænium* de Formose. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Hayata, B. — Icones Plantarum Formosanarum nec non et contributiones ad Floram Formosanam. Fasc. I. (*Government of Formosa,* Taihoku, 1911).

Howe, H. — Classification de la famille des Usneaceæ dans l'Amérique du Nord. (*Thèse pour le titre de Docteur de l'Université. J. Mersch., Paris,* 1912).

Kawakami, T. — On some Celebes plants. (*The Botanical magasine,* Vol. XXVI, 1912).

Koidzumi, G. — Notes on Japanese Rosaceae. IV. (*The Botanical magazine,* Vol. XXV, 1911 et Vol. XXVI, 1912).

Lemoine, Mme — Catalogue des Mélobésiées de l'Herbier Thuret. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Luizet, D. — Contribution à l'étude des Saxifrages du groupe des *Dactyloïdes* Tausch. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Maire, R. — Notes critiques sur quelques Champignons récoltés pendant la session de Grenoble-Annecy de la Société Mycologique de France. (*Bull. Soc. Mycologique de France,* T. XXVII, 1911).

Malinvaud, E. — *Florulæ oltensis Additamenta,* ou Nouvelles annotations à la flore du département du Lot. X. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

MATSUDA, S. — The plants of the Lu-shan. (*The Botanical magazine*, Vol. XXV, 1911).

MATSUDA, S. — A list of plants collected by Whang-i-jin in the Wai-shan, the Yü-shang, Mon-sek, Shöng-Shuk and other places. (*The Botanical magazine*, Vol. XXV, 1911).

MIYAKE, I. — Studies in Chinese Fungi. (*The Botanical magazine*, Vol. XXVI, 1912).

NADSON et KONOKOTINE. — *Guilliermondia*, un nouveau genre de la famille des Saccharomycètes à copulation hétérogamique. (*Bull. du jardin impérial botanique de St-Pétersbourg*, T. XI, 1911).

PELLEGRIN, F. — De quelques *Strychnos* africains : *Strychnos Icaja* Baillon, *S. Dewevrei* Gilg, *S. Kipapa* Gilg et *S. densiflora* Baillon (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

PELLEGRIN, F. — *Munronia* nouveau de l'Annam, *Munronia Robinsonii* Pellegrin. (*Notulæ systematicæ*, T. II, 1911).

PRILLIEUX. — Sur le blanc de chêne. (*Bull. des Séances de la Soc. nationale d'Agriculture de France*, T. LXXII, 1912).

REYNIER, A. — Deux Labiées nouvelles pour la Provence. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

SIMON, E. — Un *Sagina* nouveau présumé hybride : *Sagina lemovicensis* Simon. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

SMITH. — Neue Orchideen des Malaiischen Archipels. V. (*Bulletin du Jardin botanique de Buitenzorg*, 2e sér., no 3, 1912).

SMITH.—Vorläufige Beschreibungen neuer Papuanischer Orchideen. V. (*Bulletin du Jardin botanique de Buitenzorg*, 2e série, no 3, 1912).

SWINGLE. — Le genre *Balsamocitrus* et un nouveau genre voisin, *Æglopsis*. (*Bulletin de la Société botanique de France. Mémoires*, 4e sér., T. XI, 1911).

SWINGLE.— Observations sur les quelques espèces indo-chinoises des genres *Atalantia* et *Glycosmis*. (*Notulæ systematicæ*, T. II, no 5, 1911).

TAKAHASHI and SATO. — Some new varieties of *Willia Anomala* as aging yeast of Saké. (*Journal of the College of agriculture*, Vol. I, no 3, 1911).

VERHULST. — Quel est le vrai caractère biologique du *Raphanus Raphanistrum* et du *Sinapis arvensis* ? (*Bull. de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, p. 248, 1911).

VUILLEMIN, P. — Sur un Champignon parasite de l'Homme, *Glenospora Graphii* (Siebenmann). (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

VUILLEMIN, P. — Les Aleuriosporées. (*Bull. des Séances de la Société des Sciences de Nancy*, 1912).

WELSFORD, E. J. — The morphology of *Trichodiscus elegans* gen. et sp. nov. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

YUKAWA, M. — Zwei neue *Aspergillus* Arten aus « Katsuobushi ». (*Journal of the College of agriculture*, Vol. I, nº 3, 1911).

V. — VARIATION, HÉRÉDITÉ

BLARINGHEM, L. — Note sur la seconde communication du M. Griffon relative aux variations du Maïs. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

BLARINGHEM, L. — L'état présent de la théorie de la mutation. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

BUCHET, S. — Sur une prétendue mutation du *Rhus Coriaria* L. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

GRIFFON, E. — A propos de la variation du Maïs. Réponse à M. Blaringhem. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

VI. — PATHOLOGIE ET TÉRATOLOGIE

ARNAUD, G. — Le soleil et les maladies physiologiques des végétaux. (*Progrès agricole et viticole*, Montpellier, 1912).

BIERS. — Curieux exemple de superposition chez *Boletus edulis*. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

CARANO. — Su la struttura di stami anomali nel *Papaver Rhœas* L. (*Annali di Botanica*, Vol. IX, Fasc. 4, 1911).

CHALON. — Anomalie chez l'*Araucaria excelsa*. (*Bull. de la Soc. royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, p. 231, 1911).

DALE, E. — A bacterial disease of Potato leaves. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

DALE, E. — The cause of « blindness » in Potato tubers. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912.

FRON, G. — Contribution à l'étude de la maladie du « Pied noir des céréales » ou « Maladie du Pietin ». (*Annales de la Science agron. française et étrangère*, 1912).

FRON, G.— Nouvelles observations sur quelques maladies des jeunes plants de Conifères. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

GERBAULT, E. L. — Observations sur quelques pélories de la Violette. (*Société Linnéenne de Normandie*, 6e sér., 1911).

GRIFFON et MAUBLANC. — Notes de Pathologie végétale et animale. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

GRIFFON et MAUBLANC. — Les *Microsphæra* des Chênes. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

GUÉGUEN. — Soudure et fasciation chez quelques Basidiomycètes. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

GUILLAUMIN, A. — Germinations anormales. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

HOUARD, C. — Les Zoocécidies de la Tunisie. (*Marcellia. Rivista internazionale di Cecidologia*, 1912).

ISTVÁNFFI et PÁLINKÁS. — Infektionsversuche mit *Peronospora*. (*Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten*, II, Abt., Bd. 32, 1912).

KUSANO, S. — On the chloranthy of *Prunus Mume* caused by *Caeoma Makinoi*. (*Journal of the College of Agriculture Imperial university of Tokyo*, 1911).

LUTZ, L. — Germinations à trois cotylédons. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

MELHUS, E. — Experiments on spore germination and infection in certain species of Oomycetes. (*The University of Wisconsin agricultural experiment station*, n° 15, 1911).

MONTEMARTINI, L. — La maechiettatura delle foglie dei peri. (*Rivista di Patologia vegetale*, A. VI, N. 14, *Pavia*, 1912).

PICARD, F. — Sur la présence en France et sur la biologie de la Teigne des Pommes de terre (*Phtorimœa operculella* Zett.). (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

PLANCHON, L. — Un nouvel ennemi de la Vigne, l'*Osyris alba* L. (Montpellier, 1912).

PUTTEMANS. — Nouvelles maladies de plantes cultivées. (*Bull. de la Soc. royale de Bot. de Belgique*, T. XLVIII, p. 235, 1911).

STEVENS. — Progress in control of plant diseases. (*Popular Science Monthly*, 1911).

TISCHLER, G. — Untersuchungen über die Beeinflussung der *Euphorbia Cyparissias* durch *Uromyces Pisi*. (*Flora*, 1911).

TISON, A. — Production anormale de racines adventives sur les tiges d'un *Calycanthus floridus* L. (*Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 6e sér., Vol. IV, 1912).

TRABUT. – Sur une maladie du Dattier, le khamedj ou pourriture du régime. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIX, 1912).

VAN LEEUWEN. — Einige Gallen aus Java. Sechster Beitrag. (*Bulletin du Jardin botanique de Buitenzorg*, 2e sér., n° III, 1912).

VII. — PALÉONTOLOGIE

Benson, M. — *Cordaites Felicis,* sp. nov., a Cordaitean leaf from the lower coal measures of England. (*Annals of Botany,* Vol. XXVI, 1912).

Berry, W. E. — American triassic *Neocalamites.* (*The Botanical Gazette,* Vol. LIII, 1912).

Coulter, J. — The history of Gymnosperms. (*Popular Science Monthly,* 1912).

Coulter and Land. — An american *Lepidostrobus.* (*Botanical Gazette,* T. LI, 1911).

Lauby. — Les Diatomées fossiles. (*Revue générale des Sciences,* 1911).

Scott, D. H. — On a paleozoic Fern, the *Zygopteris Grayi* of Williamson. (*Annals of Botany.* Vol. XXVI, 1912).

Stopes, M. — On the true nature of the cretaceous plant *Ophioglossum granulatum* Heer. (*Annals of Botany,* Vol. XXV, 1911).

Thomson B. R. et Allin E. A. — Do the Abietineae extend to the Carboniferous ? (*The Botanical Gazette,* Vol. LIII, 1912).

Wieland, G. R. — On the Williamsonian Tribe. (*The american journal of science,* Vol. XXXII, 1911).

Wieland, G. R. — A study of some american fossil Cycads. — Part. VI. (*The american journal of science,* Vol. XXXIII, 1912).

VIII. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE

Battandier et Trabut. — Contribution à la Flore du pays des Touaregs. (*Bulletin de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Bergamasco. — Specie dei Generi *Clitocybe* Fr., *Laccaria* Bk. et Br. e *Paxillus* Fr. che crescono nel bosco dei Camaldoli di Napoli. (*Bullettino dell'Orto Botanico della R. Univ. di Napoli,* T. III, 1911).

Bouly de Lesdain. — Quelques Lichens de la forêt de Fontainebleau. (*Bull. de la Soc. Bot. de France,* 4e sér., T. XI, 1911).

Brenchley, Winifred, E. — The weeds of arable land in relation to the soils on which they grow. II. (*Annals of Botany,* Vol. XXVI, 1912).

Coquidé, E. — Recherches sur les propriétés des sols tourbeux de la Picardie. (*Thèse pour le Doctoral ès sciences,* 176 pages, 9 planches. *Arnal,* 11, rue de Mézières, Paris, 1912).

Gleason, A. H. — An isolated prairie grove and its phytogeographical significance. (*The Botanical Gazette,* T. LIII, 1912).

Guffroy, E. — Notes sur la flore parisienne. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Hy, F. — La Vendée considérée comme unité géographique et caractérisée surtout par sa flore. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Iches, L. — La faune et la flore de Desaguadero (Province de Mendoza, République Argentine). (*Bull. de la Soc. nationale d'Acclimatation de France*, 1912).

Iishiba, N. — Review on the *Frullania* in Japan. (*The Botanical magazine*, Vol. XXVI, 1912).

Jahandiez et Mollandin de Boissy. — Excursion aux gorges de Verdon et sur les limites des départements du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes. (*Annales de la Société d'Histoire naturelle de Toulon*, 1911).

Koorders. — Exkursionsflora von Java. — Monokotyledonen. — 413 pages, 7 planches et 30 figures dans le texte. (*Gustav Fischer, Iena*, 1911).

Koorders. — Exkursionsflora von Java. — Dicktotyledonen (Archichlamydeæ). — 742 pages, 7 planches et 90 figures dans le texte. (*Gustav. Fischer, Iena*, 1912).

Makino, T. — Observation on the Flora of Japan. (*The Botanical magazine*, Vol. XXV, 1911).

Oliver. — The shingle beach as a plant habitat. (*The new Phytologist*, Vol. XI, 1912).

Shirai, M. — Review on the northern limit of distribution of *Citrus trifoliata* Makino in Japan. (*The Botanical magazine*, Vol. XXVI, 1912).

Van den Broeck. — Notice sur la découverte en campine du *Fissidens osmundoïdes*, mousse nouvelle pour la flore belge. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, p. 233, 1911).

Verhulst. — Une station artificielle de plantes halophiles dans la Basse Sambre. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, p. 259, 1911).

Verhulst. — *Eragrostis minor*, espèce nouvelle pour la flore belge. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, p. 257, 1911).

IX. — BOTANIQUE APPLIQUÉE

Boullanger, E. — Action du soufre en fleur sur la végétation. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Chevalier, A. — Enumération des plantes cultivées par les indigènes en Afrique tropicale. (*Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation*, 1912).

DANIEL, L. — Sur quelques procédés anormaux d'affranchissement des greffes ordinaires. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

DEMOLON, A. — Sur l'action fertilisante du soufre. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

DEMOLON et BRONET. — Sur la pénétration des engrais solubles dans les sols. (*Annales de la Science agron. franç. et étrang.*, 1911).

GAIN et BROCQ-ROUSSEU.— Traité des foins. (795 pages. *Librairie Baillière*, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1912).

HASSELBRING, H. — Types of Cuban Tobacco. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

HÉBERT, A. — Nouvelle contribution à l'étude de la nutrition du champignon de couche. Composition des fumiers employés à sa culture. (*Annales de la Science agron. franç. et étrang.*, 1911).

HECKEL, E. — De l'emploi du maïs géant de Serbie comme producteur en Provence de saccharose. (*Bulletin des séances de la Société nationale d'agriculture de France*, p. 249, 1912).

KIDA, Y. — Influence of rice bran upon the manurial value of phosphoric acid contained in oil cakes. (*Journal of the College of agriculture*, Vol. I, n° 3, 1911).

KUSANO, S. — On the Root-Cotton, a fibrous cork tissue. (*Journal of the College of Agriculture Imperial University of Tokyo*, Vol. IV, 1911).

LLOYD, E. — The artificial ripening of Persimmons. (*Alabama state department of agriculture*. Bulletin n° 42, 1911).

MAGNITOT, M. de. — Note sur une nouvelle et intéressante variété de Blé de printemps. (*Bull. des séances de la Soc. nat. d'Agric. de France*, 1911).

PÉREZ, V. — Notes agricoles et horticoles sur les Canaries. (*Journal de la Soc. nat. d'Horticult. de France*, 4e sér., T. XIII, 1912).

PRUNET, A. — Le Châtaignier du Japon à la station d'expérience du Lindois (Charente). (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

PRUNET. — La greffe du Châtaignier sur le Chêne et sur les autres Cupulifères. (*Imprimerie Sebille*, Toulouse, 1911).

PRUNET.— Le Châtaignier du Japon. (*Imprimerie Sebille*, Toulouse, 1911).

RIVIÈRE, G. — Un nouveau cas de dimorphisme. (*Journal de la Soc. nat. d'Horticulture de France*, 4e sér., T. XII, 1911).

RIVIÈRE et BAILHACHE. — La lutte contre la chlorose des arbres fruitiers. (*Journal de la Soc. nat. d'Horticulture de France*, 4e sér., T. XII, 1911).

SCHNEIDER Camillo Karl. — Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde (Elfte Lieferung. Sechste Lieferung des zweiten Bandes). (*Gustav Fischer, Iena*, 1911).

Takahashi and Sato. — The quantity of amino-acids and its relation to the quality of Saké. (*Journal of the College of agriculture*, Vol. I, nº 3, 1911).

X. — SUJETS DIVERS

Biers, P.-M. — Insectes et Champignons : A propos de J.-H. Fabre, entomologiste et mycologue. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Dufour. — Excursions du groupe Mycologique de Fontainebleau en 1910. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

Gagnepain, F. — Thorel (Clovis) 1833-1911. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 4e sér., T. XI, 1911).

Guéguen, F. — Sur la mise en garde du public contre les empoisonnements. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVII, 1911).

Guéguen, F. — Notice sur Léon Marchand, botaniste français. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Guéguen, F.— Trois cas multiples d'empoisonnement par l'Amanite phalloïde. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Guignard, L. — Notice sur la vie et les travaux de M. Edouard Bornet. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Matsumura, J. — A name of the tree « Ogatama » from the point of view on linguistic research. (*The Botanical magazine*, Vol. XXVI, 1912).

Maublanc, A. — Rapport sur la session générale organisée en octobre 1911 aux environs de Paris par la Société mycologique de France. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Nicolas, E. — Société Lorraine de Mycologie. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Picado, C. — Les Broméliacées épiphytes comme milieu biologique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Radais et Sartory. — Sur une Ericacée toxique, le Mapou (*Agauria pyrifolia* D.C.). (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, T. CLIII, 1911).

Sagnier, H. — Louis Grandeau. (*Ann. de la Science agron. franç. et étrang.*, 1911).

Lille. — Imp LE BIGOT Frères. Le Gérant : Ch. Pierens.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Octobre 1912

N° 286

*Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.*

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1912

I. — LES VAISSEAUX SPIRALÉS ET LA CROISSANCE EN LONGUEUR, par **MM. Gaston Bonnier** et **Jean Friedel** 385

II. — INFLUENCE DU MILIEU SUR LES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS, par **M. Laurent Raybaud** 392

III. — LE SPOROPHYTE CHEZ LES HÉPATIQUES, par **M. Robert Douin** 403

IV. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 414

R. Hickel. — Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France.

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 416

Planches contenues dans cette livraison

Planche 15. — *Influence du milieu sur les Champignons inférieurs.*
Planche 16. — *Idem.*
Planche 17. — *Idem.*
Planche 18. — *Riccia*, *Metzgeria*. Jubulées, Jungermanniées.
Planche 19. — *Aneura*, *Targionia*, *Anthoceros*, Jungermanniées.
Planche 20. — *Sphærocarpus*. Jungermanniées.
Planche 21. — Marchantiées.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e).

LES VAISSEAUX SPIRALÉS ET LA CROISSANCE EN LONGUEUR

Par MM. Gaston BONNIER et Jean FRIEDEL

Depuis que Malpighi et Grew ont découvert les éléments spiralés des végétaux (auxquels ils attribuaient une fonction respiratoire), les anatomistes ont décrit avec soin la structure et le développement de ces éléments vasculaires.

On sait qu'au commencement du XIX^{e} siècle, les auteurs ont distingué deux catégories différentes de cellules spiralées sous le nom de *trachées déroulables* et de *trachées non déroulables.*

Dans les trachées déroulables, l'épaississement spiralé interne n'est adhérent au reste de la membrane que par une surface extrêmement mince, de telle sorte que la section transversale de la spirale a presque la forme d'un cercle à peine adhérent à la section de la membrane; il en résulte que si la membrane générale continue à s'allonger grâce à une mince couche de protoplasma pariétal encore vivant, la spirale lignifiée est morte, qui s'est prêtée d'abord à cet allongement, finit souvent par se détacher tout du long en rompant cette mince ligne d'adhérence. A cet état, la spirale pourrait être comparée à un ressort à boudin qui serait enfermé dans un sac allongé, cylindrique et extensible.

Dans les trachées non déroulables, l'épaississement interne de la spirale est rattaché à la membrane générale de la cellule par une surface assez large de façon que la section transversale est une sorte d'ellipse qui serait adhérente par une partie de son contour à la section de la membrane générale; il en résulte que cette dernière continuant à s'allonger, mais d'ailleurs, toujours bien moins longtemps que dans le cas précédent, la spirale se prêtera, dans une certaine mesure, à cet allongement limité, et ne se détachera jamais du reste de la membrane.

Cette distinction entre les deux sortes d'éléments spiralés avait même été utilisée dans les traités classiques de botanique, tels que ceux d'Auguste de Saint-Hilaire et d'Adrien de Jussieu, pour donner un caractère distinctif entre les tiges et les racines. On enseignait alors que les tiges sont caractérisées par la présence de trachées déroulables, tandis que les racines n'ont que des trachées non déroulables.

Il paraît assez singulier qu'aucun anatomiste, surtout après les études détaillées qui ont été faites sur le mode d'accroissement des tiges et des racines, n'ait émis l'idée qu'une relation quelconque puisse être établie entre ces modes d'accroissement et ces diverses formes de vaisseaux spiralés. Il faut arriver à un ouvrage récent pour trouver l'énoncé d'une relation de ce genre (1).

La présente Note a simplement pour but de préciser, par l'examen de quelques exemples, les corrélations qui peuvent être établies entre l'allongement plus ou moins grand et la présence plus ou moins nombreuse des vaisseaux spiralés, entre l'accroissement soit intercalaire, soit terminal ou subterminal et l'existence ou l'absence de vaisseaux spiralés déroulables.

I

Tige normale à accroissement intercalaire accentué et racine de la même plante

Il suffit de rappeler que, dans ce cas général, les premiers vaisseaux formés dans la tige, par exemple au milieu d'un entre-nœud, ont, par rapport aux premiers vaisseaux formés dans la racine de la même plante, les caractères suivants :

1° Les vaisseaux annelés ou spiralés sont plus nombreux que dans la racine.

2° Les vaisseaux spiralés sont déroulables et la spire est attachée au reste de la paroi cellulaire par une très petite surface, tandis que dans la racine, les éléments spiralés ne sont pas déroulables et la spire est rattachée au reste de la paroi cellulaire par une surface plus ou moins large.

---

(1) Gaston Bonnier et Leclerc du Sablon, *Cours de Botanique*, p. 102.

3° Les éléments d'une file de cellule constituant un vaisseau spiralé de la tige sont plus allongés que ceux d'un vaisseau spiralé de la racine.

Prenons pour exemple le *Mercurialis anua.*

1° Les quatre faisceaux primaires de la racine renferment chacun de 4 à 7 vaisseaux spiralés, tandis que dans la tige il y a 3 à 5 rangées radiales de vaisseaux primaires dans chacun des 8 faisceaux, et chacune de ces formations est entièrement composée de vaisseaux annelés, annelo-spiralés ou spiralés. Il y a donc beaucoup plus d'éléments en spirale dans la tige que dans la racine.

2° Aucun des éléments spiralés de la racine n'est déroulable et les spires sont rattachées aux parois par une large surface, tandis que dans la tige les éléments spiralés sont déroulables à l'exception de ceux qui sont les plus voisins des premiers vaisseaux réticulés; ces vaisseaux spiralés tardifs présentent d'ailleurs quelquefois des anastomoses entre quelques-unes de leurs spires. De plus, dans la tige tous les vaisseaux spiralés, sauf les plus tardifs, ont une adhérence très faible avec le reste des parois cellulaires.

3° Les cellules constituant un vaisseau spiralé dans la racine sont en moyenne trois à quatre fois moins longues que celles qui constituent un vaisseau spiralé dans la tige.

On obtiendrait des résultats très semblables, sauf des variations de détail, pour toute comparaison faite dans ce cas général.

II

Tiges sans accroissement intercalaire

Un certain nombre de plantes ne présentent pas dans leur tige normale d'accroissement intercalaire sensible; l'allongement de ces tiges se produit presque uniquement par leur accroissement terminal. Prenons comme exemples les tiges des Palmiers et ces petites branches adventives à entre-nœuds extrêmement courts qu'on voit souvent se développer sur les parties latérales des vieux troncs d'arbre. Si l'on fait des coupes longitudinales au sommet d'une tige de *Phœnix dactylifera*, on constate que les vaisseaux ponctués apparaissent très rapidement, et sont déjà lignifiés à peu de distance du méristème terminal. Ces vaisseaux présentent même déjà, à cette courte distance du sommet, des mâcles d'oxalate de calcium situées vis-à-vis des ponctuations; en dedans de ces vaisseaux ponctués, on ne voit que quelques vaisseaux spiralés à cellules courtes, d'apparence scalariforme et qui ne sont pas déroulables.

Quant aux petites branches, il en existe pourrait-on dire, de tous les degrés. Si l'on en choisit dont les entre-nœuds n'aient que quelques millimètres de longueur, on y trouvera, au point de vue qui nous occupe, la structure suivante.

Dans l'*Æsculus Hippocastanum*, une petite branche montre, dans son bois primaire, des vaisseaux spiralés à éléments très courts, à spires non déroulables et rattachées par une large surface au reste de la paroi.

Dans l'*Acer platanoides*, on voit des vaisseaux spiralés courts, en cônes aigus à leurs deux extrémités, quelquefois à ornements spiralo-rayés; les spirales ne sont pas ou presque pas déroulables. Il en est sensiblement de même pour les petites branches de *Quercus Robur*. On pourrait dire que, dans les tissus de ces petites branches, les cellules comparables à celles qui donnent naissance à un long tube spiralé dans la branche ordinaire du même arbre, ont la forme de ces dernières cellules à l'état jeune, qu'elles se sont différenciées et lignifiées, fixées pour ainsi dire, dans cette forme jeune.

On voit donc, aussi bien pour les tiges des Palmiers que pour ces petites branches, les tissus spiralés se comporter à peu près dans ces tiges comme dans une racine. Ce n'est donc pas le fait d'appartenir à l'un ou l'autre organe de la plante qui détermine la structure et les propriétés des ornements spiralés; celles-ci semblent liées à l'absence ou à la présence d'un accroissement intercalaire appréciable.

III

Comparaison de l'axe hypocotylé et de la racine.

Chez les plantes où l'axe hypocotylé s'allonge notablement (germinations épigées), la comparaison de la racine et de la tigelle en voie d'allongement avec l'accroissement intercalaire donne, au point de vue dont nous parlons, des résultats analogues à ceux que fournit la comparaison d'une tige et d'une racine chez la même plante.

Toutefois, comme dans la structure primaire, il arrive souvent que le nombre des vaisseaux est sensiblement le même dans l'axe hypocotylé et dans la racine, surtout lorsque l'axe hypocotylé a la structure racine, il peut y avoir à cet égard quelque différence.

Si l'on étudie la germination du Ricin (*Ricinus communis*), on voit que, dans la racine principale, il se forme très peu de vaisseaux spiralés lesquels, d'ailleurs, ne sont pas déroulables ; les vaisseaux réticulés qui apparaissent très rapidement, même les premiers formés, ont déjà des mailles fort serrées. Dans l'axe hypocotylé, au contraire, à la suite de vaisseaux annelés et spiralo-annelés, tous les vaisseaux primaires sont spiralés, même les plus gros ; ils ont chacun une, deux, trois spires, et ils sont tous déroulables. Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'au bas de cette tigelle, dans la région où il y a très peu d'accroissement intercalaire, on observe une structure histologique de la partie vasculaire, qui est intermédiaire entre celle de la racine et de la partie plus élevée de l'axe hypocotylé. En effet, dans cette région, les plus petits vaisseaux sont, soit annelés, soit surtout spiralés, à spirales seulement un peu déroulables et les plus gros vaisseaux primaires sont réticulés. On peut ajouter que, dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres, les éléments spiralés de la racine restent cylindriques plus longtemps que les éléments comparables de la tige ; ces derniers s'aplatissent rapidement, et ne fonctionnent plus lorsqu'ils ont atteint le maximum de leur élongation.

Dans la Courge (*Cucurbita Pepo*), l'axe hypocotylé s'allonge aussi beaucoup ; mais les ornements du tissu vasculaire primaire se ressemblent, au premier abord, dans les deux organes de la plante. Cependant, dans la racine, après quelques vaisseaux annelés, spiralo-annelés, parfois spiralés non déroulables, apparaissent des vaisseaux d'apparence spiralée mais dont les ornements se rattachent çà et là les uns aux autres par des épaississements tranversaux, ce qui fait que ces éléments ne peuvent se prêter à l'accroissement en longueur comme des vaisseaux spiralés même non déroulables. Si l'on compare un entre-nœud de la tige de cette plante à son axe hypocotylé, on y trouve des vaisseaux spiralés plus nombreux encore, très déroulables, à cellules très longues et à parois moins obliques.

Dans la Capucine (*Trapæolum majus*), le bois primaire de la racine semble présenter une exception, car ses éléments vasculaires sont tous annelés, spiralo-annelés ou spiralés, à cellules très allongées. Toutefois si l'on examine avec soin ces vaisseaux spiralés, on s'aperçoit que, sauf les plus petits, ils sont en réalité un peu réticulés çà et là, et que les derniers formés sont nettement spiralo-réticulés. Aucun des vaisseaux spiralés n'est déroulable.

On sait que chez la Capucine, l'axe hypocotylé ne s'allonge presque pas; or, il renferme des vaisseaux spiralés à une ou deux spirales non déroulables. Dans cet axe, qui a la structure tige, les vaisseaux sont à articles courts. Les gros vaisseaux ont même des cellules presque isodiamétriques ou n'étant guère plus de deux fois plus longues que larges; ces vaisseaux sont rayés ou réticulés.

Dans les entre-nœuds de la tige de la même plante, dont l'accroissement intercalaire est, comme on sait, considérable, on ne trouve dans le bois primaire, après les vaisseaux annelés, ou spiralo-annelés, que des vaisseaux spiralés très déroulables à une, deux ou trois spires.

De plus, on observe très nettement chez la Capucine que les spires sont à peine reliées au reste de la paroi dans la tige, tandis que, dans la racine et dans l'axe hypocotylé qui a la structure tige, les spires sont reliées à la paroi par une large surface.

Comparons maintenant l'axe hypocotylé de quatre plantes, appartenant à la même famille, ayant partout la structure tige : Lupin (*Lupinus albus*), Pois (*Pisum sativum*), Haricot commun (*Phaseolus vulgaris*), Haricot d'Espagne (*Phaseolus multiflorus*). Les axes hypocotylés de ces quatre espèces, très comparables entre eux au point de vue de leur organisation, diffèrent beaucoup quant à l'accroissement. Celui du Pois ne s'allonge presque pas; celui du *Phaseolus multiflorus* s'allonge très peu, ceux des deux autres plantes s'allongent beaucoup.

Or, dans l'axe hypocotylé du Pois, les éléments des vaisseaux primaires sont courts, le plus souvent spiralo-réticulés, parfois spiralés déroulables. Dans celui du *Phaseolus multiflorus*, les vaisseaux spiralés sont également non déroulables, mais ces éléments spiralés sont plus nombreux et à un ou deux tours de spire. Dans le *Phaseolus vulgaris* et le *Lupinus albus*, en dehors d'un certain nombre de vaisseaux annelés et spiralo-annelés, tous les vaisseaux du bois primaire, petits et grands, sont nettement déroulables et à articles allongés.

Quant à l'insertion des spires, on la trouve toujours en rapport avec l'accroissement intercalaire.

En dernier lieu, prenons comme exemple une plante à germination épigée dont l'axe hypocotylé s'allonge beaucoup et présente, d'un bout à l'autre, la structure racine : le Chou (*Brassica oleracea*).

Dans l'axe hypocotylé de cette plante, il n'y a que des vaisseaux annelés, spiralo-annelés et spiralés ; ces derniers sont tous déroulables.

On voit donc qu'il y a une opposition remarquable entre l'axe hypocotylé de la Capucine à structure tige, ne s'allongeant pas, et celui du Chou à structure racine, s'allongeant beaucoup. Au point de vue qui nous occupe, le premier, à structure tige, offre les caractères histologiques vasculaires du bois primaire tels qu'on les observe ordinairement dans une racine; le second, à structure racine, présente ceux qu'on observe ordinairement dans une tige.

On pourrait considérer comme une objection au rôle des vaisseaux spiralés, la présence, très rare d'ailleurs, de quelques vaisseaux à éléments en spirale apparaissant çà et là dans le bois secondaire de certains arbres tels que le Tilleul et le Cytise, car ces vaisseaux se forment lorsque la tige ne présente plus aucun accroissement en longueur.

Mais comme l'ont fait remarquer MM. G. Bonnier et Leclerc du Sablon (1) « les spirales de ces vaisseaux secondaires sont très serrées les unes contre les autres au lieu d'être plus ou moins espacées comme dans les vaisseaux spiralés caractéristiques du bois primaire ».

On peut ajouter à cette remarque que ces vaisseaux n'ont pas de spires déroulables et que, parfois, les tours de spires sont reliés entre eux par quelques anastomoses.

D'après les quelques exemples étudiés dans cette Note, et qui pourraient être indéfiniment multipliés, on voit qu'il n'y a aucun rapport entre l'anatomie topographique de l'organe vasculaire qu'on étudie et la structure histologique des vaisseaux à ornements spiralés, cette dernière structure dépendant surtout du mode de croissance.

---

(1) Cours de Botanique, p. 212.

INFLUENCE DU MILIEU SUR LES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS

par M. Laurent RAYBAUD

L'étude de l'influence du milieu sur des organismes aussi polymorphes que les champignons inférieurs est très intéressante. Aussi un grand nombre d'auteurs s'en étaient occupés bien avant que nous ayons entrepris ces recherches. Il nous a été permis pourtant de signaler un certain nombre de faits nouveaux d'une réelle importance. Ce sont ces faits seulement que nous allons exposer. Pour la bibliographie et les détails d'expériences, nous renvoyons le lecteur à notre thèse (1).

Nous avons étudié l'influence des divers agents auxquels le protoplasma des champignons inférieurs se trouve soumis dans la nature, en insistant particulièrement sur l'action des radiations solaires et sur les causes qui peuvent modifier cette action.

RAYONNEMENT SOLAIRE. — La sensibilité du protoplasma à la lumière, comme d'ailleurs aux autres agents que nous étudierons plus loin, est très variable pendant la période de développement du champignon. Elle atteindrait son maximum au début même de la germination, quand la spore qui vient d'absorber de l'eau se gonfle et n'a pas encore poussé de tube germinatif. A cet instant, la spore peut être tuée par des radiations ou par une certaine intensité lumineuse, auxquelles, plus tard, le tube germinatif est en état de résister.

Lorsque le mycélium a commencé à s'allonger, la région la plus sensible est celle qui correspond aux extrémités des filaments. Dans ces parties les vacuoles sont rares ainsi que les gouttelettes d'huile. Dans les parties plus âgées, où vacuoles et huile sont plus abondantes, la sensibilité s'affaiblit. Ce qui prouve du reste nettement qu'il y a une corrélation entre cette sensibilité et la présence des vacuoles ou des gouttelettes oléagineuses, c'est que, lorsque sous certaines autres actions (telles que les températures extrêmes, une concentration ou au contraire une dilution trop grande du milieu nutritif, ou encore l'acidité), l'apparition des vacuoles et des gouttelettes d'huile a lieu plus tôt que d'ordinaire, le champignon perd aussi plus rapidement sa grande sensibilité. En somme, tout en n'étant morphologiquement pas plus développé qu'un mycélium jeune, ce mycélium, morphologiquement, se comporte comme un mycélium âgé.

---

(1) Laurent Raybaud : Influence du milieu sur les Mucorinées, Thèse, Paris 1911. Annales de la Faculté des sciences de Marseille, T. XX.

Mais supposons que les conditions extérieures soient favorables. (Conditions que nous avons déterminées). La Mucorinée, dans sa période de jeunesse (correspondant au mycélium tout entier ou aux parties extrêmes d'un mycélium plus vieux), présente alors sous l'influence de la lumière les phénomènes suivants. S'il est vivement éclairé, le protoplasma se contracte et le mouvement se traduit par un courant unique, toujours dirigé dans un sens tel, qu'il va des parties vacuolaires vers celles où la masse plasmique très abondante est homogène. S'il n'y a encore qu'un tube germinatif simple ou peu ramifié, ce courant est dirigé vers la spore. Il est surtout bien net quand en même temps que l'intensité lumineuse la pression extérieure augmente (Voir Pl. 15, fig. I., *Phycomyces nitens*, culture en cellule close), et il le devient encore plus, quand une troisième cause intervient, qui est la déshydratation partielle du contenu mycélien sous l'influence de l'élévation de température due aux radiations solaires. En ce cas, qui correspond au maximum d'effet, le protoplasma rentre dans la spore. Ce recul violent de la masse plasmique n'a cependant pas pour conséquence, contrairement à ce qu'on pourrait croire,. la mort de la substance vivante, car, si le champignon est remis à l'obscurité, le protoplasma revient dans le tube et l'accroissement redevient normal.

Les mouvements de translation sont naturellement d'autant plus aisément observés que les filaments sont plus longs. Dans ces derniers se manifestent ensuite des mouvements intraprotoplasmiques, très complexes, qui donnent bien l'impression, comme l'a déjà signalé M. Matruchot, d'un protoplasma creusé d'un grand nombre de tubulures plus ou moins parallèles assez souvent anastomosées, à l'intérieur desquelles se meuvent des granules.

Remarquons que cette action de la lumière est inductive. Les phénomènes précédents ne se produisent pas seulement au moment où le champignon est éclairé, ils continuent pendant quelque temps encore lorsque l'éclairement a cessé, et il suffit de quelques instants d'exposition à une lumière vive pour qu'ils apparaissent et se prolongent même lorsque le mycélium est soustrait à l'éclairement.

Tous les faits que nous venons de mentionner se rapportent donc au cas où le protoplasma passe de l'obscurité à une vive lumière. Qu'on le fasse passer inversement de la lumière à l'obscurité, son courant se manifestera en sens inverse, et d'autant plus nettement que l'on provoquera simultanément une diminution de pression. (Voir Pl. 15, fig. II, *Rhizopus nigricans*, culture en cellule close). Si cette diminution de pression agit seule, les mouvements sont de même ordre, mais beaucoup plus faibles.

Quant aux modifications qu'apportent dans la constitution même du protoplasma ces différences d'éclairement, nous avons toujours constaté qu'elles sont profondes, nous ne signalerons pas ici toutes celles de ces modifications que nous avons décrites au cours de notre travail; mais nous devons surtout rappeler, parmi les principales, la multiplication des vacuoles et des gouttelettes oléagineuses après le passage de l'obscurité à la lumière. Et la constatation est intéressante, puisqu'elle témoigne d'une accélération de l'activité biologique. Inversement le passage de la lumière à l'obscurité ralentit cette activité. Cette seconde influence est moins nette, il est vrai, que la première; mais il n'y a pas lieu à en être surpris, puisque nous avons dit que l'action lumineuse se prolonge après que le champignon y a été soustrait.

Dans le premier des deux cas (passage de l'obscurité à la lumière), l'allongement des filaments est retardé; dans le second (passage de la lumière à l'obscurité), il est accéléré. Mais dans l'un et dans l'autre, il y a une prolifération anormale au niveau de la contraction ou de l'expansion plasmique.

En ce qui concerne la germination de la spore, nous avons reconnu que cette germination est toujours très gênée, lorsque la spore s'étant gonflée à l'obscurité, on la place pendant un moment, et à plusieurs reprises (à des intervalles de vingt-quatre heures), à une vive lumière. Cette spore, dans ces conditions, peut être tuée, mais plus ou moins rapidement, et nous avons vu parfois le protoplasma s'y résoudre finalement en une grande vacuole, sans qu'un tube germinatif apparaisse.

L'action de la lumière solaire, telle qu'elle s'exerce dans les conditions naturelles et telle que nous l'avons étudiée jusqu'alors, est complexe, puisque les radiations qui influent sont les unes visibles et les autres invisibles, et qu'il y a notamment effet calorifique et effet chimique, en même temps qu'effet lumineux. Nous avons cherché à reconnaître la part qui peut revenir à chacune de ces diverses radiations dans les phénomènes constatés; et nous envisageons successivement le cas où l'action de ces radiations n'est que momentanée et celui où elle est beaucoup plus prolongée.

1. *Action momentanée.* — Déjà M. Schröter a fait remarquer que les courants protoplasmiques doivent être bien plutôt attribués à la chaleur qu'à l'éclairement lui-même. Nos recherches ont abouti à la même conclusion.

Toutefois, en plus de ces mouvements de circulation, il y a lieu de considérer les mouvements de contraction et de dilatation du protoplasma qui en sont indépendants et sont réglés par d'autres causes. Nous en avons la preuve immédiate, car nous avons précisément constaté que, cette fois, ni les radiations calorifiques, ni les radiations lumineuses, agissant séparément, n'ont d'influence notable sur cette seconde sorte de mouvement.

Il en est tout autrement lorsque ce sont les radiations ultra-violettes qui agissent. Ces radiations invisibles ultra-violettes, même quand elles ne sont pas encore mortelles, déterminent une énorme contraction, si forte que non seulement parfois la membrane mycélienne se déchire, mais la masse plasmique même s'en détache (Voir Pl. 16, fig. 1 et 2). Les vacuoles se réduisent et même disparaissent; ou en tout cas, elles ne seraient plus représentées que par de petits sphérules incolores qui parsèment le protoplasma violacé lorsqu'on a traité le champignon par l'hémalun. Le suc cellulaire serait alors passé dans le manchon hyalin qui entoure le protoplasma, et dont l'épaisseur augmente extraordinairement. En somme le protoplasma est plasmolysé, et aucun courant n'y est plus dès lors visible. Il n'en continue pas moins à vivre un certain temps dans ces conditions, mais sans que la Mucorinée se reproduise.

Les phénomènes inverses des précédents se manifestent lorsque le champignon est transporté de l'ultra-violet à la lumière ordinaire. Le protoplasma subit une dilatation telle que la membrane du filament éclate encore (mais la déchirure est due maintenant à une poussée de dedans en dehors, alors que précédemment elle était due à une poussée de dehors en dedans) et le protoplasma sort des filaments avec violence. Nous croyons cependant nécessaire de faire une réserve au sujet de la cause réelle de cette expansion plasmique : la température sous l'ultra-violet, étant supérieure de un degré à la température ambiante, et (comme nous l'avons reconnu) cette différence de 1 degré correspondant à une différence de pression de 2 mm. 7, il se pourrait que l'explosion soit due au moins en partie à cette variation de pression. Car nous n'avons constaté ce dernier phénomène qu'en cellule close.

Quoi qu'il en soit, le protoplasma est profondément modifié par les radiations ultra-violettes ; et il l'est assez, pour que la structure qu'il acquiert persiste assez longtemps, au moins en apparence, lorsque le champignon est transporté à l'obscurité. Il suffit par exemple que des spores de *Phycomyces nitens*, dès qu'on les a ensemencées sur bouillon, soient exposées pendant une demi-heure à ces radiations pour que le contenu devienne une masse compacte granuleuse, qui conserve cet aspect en passant dans les tubes germinatifs développés à l'obscurité pendant les vingt-quatre heures qui suivent. L'ultra-violet a donc une action inductrice très nette.

Nous avons expliqué, dans un des chapitres de nótre travail, pourquoi il nous paraît vraisemblable que ces modifications du protoplasma doivent avoir pour cause, entre autres, une certaine coagulation de la partie coagulable du protoplasma ; coagulation qui est complète lorsque l'intensité des radiations ultra-violettes augmente.

2° *Action prolongée.* — La chaleur, dont l'action momentanée ne provoque donc que des mouvements protoplasmiques sans changement de volume appréciable, détermine à la longue des courbures des filaments mycéliens lorsqu'elle agit unilatéralement.

Nous avons bien constaté ce thermotropisme chez le *Phycomyces nitens*. Lorsque, à l'obscurité, ce *Phycomyces* se trouve entre deux sources de chaleur correspondant l'une à 10 et l'autre à 42 degrés, les pédicelles sporangiaux se courbent vers la source de chaleur la plus élevée jusqu'à une distance de 65 millimètres de cette source ;

au delà ils se courbent en sens inverse. Entre ces deux zones de courbures opposées, il y a une zone neutre de chaque côté de laquelle on peut constater une région de courbure maxima coïncidant avec le maximum de croissance et une région de courbure minima correspondant au minimum de croissance. Comme pour le phototropisme, ces différences de courbure doivent donc avoir pour causes des inégalités d'accroissement des deux faces à un même niveau du filament, et ce ralentissement et cette accélération d'accroissement peuvent être dûs à des contractions variables déterminées par des températures différentes.

La température a donc une influence considérable sur la croissance et sur les courbures des champignons; aussi, pour obtenir les résultats que nous allons résumer maintenant au sujet de l'effet de l'éclairement sur le *Rhizopus nigricans*, avons-nous eu bien soin d'opérer toujours à la température de 18°.

Il y a toutefois à tenir compte, dans une certaine mesure, du milieu nutritif. Lorsque ce milieu est pauvre ou normal, l'action de la lumière sur la croissance et en même temps sur la formation des sporanges est très grande; elle s'affaiblit au contraire notablement lorsque le milieu est très riche. Un milieu très nutritif peut en effet tellement suppléer à l'absence d'éclairement que le champignon peut dans ces conditions donner à l'obscurité (et même mieux qu'à la lumière) un abondant mycélium bourré d'huile avec de nombreux sporanges, et même des zygospores, tandis que sur milieu pauvre ou normal, le mycélium non éclairé reste chétif et ne forme aucun organe reproducteur. Il faut toutefois ajouter que, sur un milieu très riche, le développement continu aboutit à la production de spores ayant des formes anormales; et ces formes seraient dues à une trop grande abondance d'huile dans les sporanges. Mais cette influence du milieu nutritif, si nette quand il s'agit du développement général du champignon, n'est plus constatable quand il s'agit de l'héliotropisme. Le sens et l'intensité des courbures dépendent exclusivement de l'éclairement quelle que soit la richesse de l'aliment. Les pédicelles sporangifères du *Rhizopus nigricans* ne sont pas héliotropiques : les stolons, au contraire, le sont; et cet héliotropisme est positif. Il est faible dans le jaune, plus prononcé dans le rouge. Pour une même radiation l'intensité d'accroissement dépend de l'âge; pour un âge donné, et si l'on compare les radiations, cette croissance est d'abord rapide, puis plus faible dans le jaune, augmente au contraire progressivement dans le bleu et surtout le violet, et est sensiblement uniforme dans le rouge et dans le vert, ainsi que sous le verre ordinaire.

Les radiations ultra-violettes tuent pour la plupart les moisissures ; feraient seules exception, d'après nos expériences avec la lampe à vapeur de mercure, les radiations ultra-violettes de plus grande longueur d'onde. Ces radiations peuvent même, tout comme le violet, accélérer la formation des sporanges ou des spores, celles de plus courtes longueurs d'onde, qui lui sont immédiatement voisines, gênent déjà au contraire cette formation. Et c'est à partir de la radiation 3.024 Å qu'elles sont franchement mortelles. La nocivité croît alors jusqu'à 2.805 Å pour diminuer ensuite. Cet affaiblissement d'effet provient évidemment de l'absorption presque complète de ces dernières radiations par la couche d'air de 4 m. 50 interposée entre la source lumineuse et la culture.

Et ceci étant, on conçoit d'ailleurs, comme nous l'avons constaté, que, suivant l'éloignement et l'intensité de cette source (c'est-à-dire notamment suivant que cette source est la lumière solaire ou la lampe à vapeur de mercure), les limites que nous venons d'indiquer pour les divers effets précédents varient notablement. Nous avons expliqué, au cours de notre travail, comment, en raison de ces divers effets sur une culture exposée à l'ensemble des radiations du spectre de l'arc au mercure, nous avons réussi à obtenir ce que nous appelons le spectre biologique, c'est-à-dire une culture dans laquelle, à chaque radiation qu'elle reçoit, correspond un plus ou moins grand développement ou le non développement du mycélium. (Ce spectre biologique a été photographié et reproduit dans notre thèse). Les raies de ce spectre, représentées par des inégalités de croissance, coïncident remarquablement avec celles du spectre photographique. Il est toutefois entre les deux une double différence au point de vue de l'intensité de ces raies, car : 1° vers le violet, ce sont les radiations du spectre photographique qui sont plus marquées que celles du spectre biologique ; et 2° inversement vers les plus courtes longueurs d'onde, ce sont les premières qui sont moins marquées que les secondes.

Mais d'ailleurs, en projetant le spectre sur une culture de *Phycomyces nitens* déjà développé, on observe une troisième différence, qui n'est pas le fait le moins curieux que nous avons pu mettre en évidence : dans la région de courte longueur d'onde située au delà de l'extrémité du spectre photographique, nous voyons le spectre biologique se prolonger jusqu'à la radiation 2.200 Å, alors que le spectre photographique s'arrête à 2.302 Å. Voilà donc notre *Phycomyces nitens* qui nous décèle des radiations que ne nous feraient pas soupçonner, dans les mêmes conditions, les papiers aux sels d'argent. Cette extrême sensibilité ne se manifeste, au reste à ce degré, que parce que le champignon est dans l'air. En culture en goutte pendante, sur certains milieux nutritifs tels que le jus d'orange, les mêmes constatations ne peuvent se faire, car l'épaisseur de cette gouttelette de culture est suffisante pour absorber totalement ces radiations nocives. Quant à la cause de la nocivité, elle est évidemment la même que celle à laquelle nous avons déjà attribué plus haut les changements de volume du protoplasma : c'est la coagulation des substances albuminoïdes. (L'action sur ces substances étant encore très superficielle). C'est naturellement de même encore que s'expliquent les altérations que nous avons constatées incidemment au cours de notre travail chez les plantes supérieures (1). Nous avons donné longuement les raisons pour lesquelles, toutefois, chez les phanérogammes, les accidents ne se manifestent qu'à la fin de la période germinative. Quand la chlorophylle apparaît, la jeune plante est en relation plus étroite et plus nécessaire avec le milieu.

Influence de la pression. — De faibles variations de pression suffisent pour produire des déformations des membranes mycéliennes, et, plus encore, des déformations des vacuoles plasmiques; ces variations retentissent également sur la croissance des filaments.

Ces résultats ont surtout eu pour nous cet intérêt, qu'ils nous ont démontré la nécessité de toujours faire nos cultures sur lames en cellules seulement mi-closes.

Influence de l'état hygrométrique. — La tension maximum de la vapeur d'eau s'élevant avec la température, quand la température s'élève, de l'eau s'évapore aux dépens du bouillon de culture. Si ce dernier est en trop faible quantité, l'eau peut s'évaporer complètement. Le mycélium, mis en contact direct avec l'air, transpire abondamment et subit une dessiccation partielle. La contraction du protoplasma à la lumière est alors beaucoup plus accentuée que lorsque cette dessiccation ne se produit pas. Il est donc indispensable d'opérer dans une atmosphère saturée d'humidité.

---

(1) L. Raybaud : Influence des radiations ultra-violettes sur la germination des graines, comptes rendus de la Société de Biologie, 19 avril 1910.

Influence de l'osmose. — Lorsque le mycélium, en s'accroissant, est amené à passer d'une solution d'une certaine concentration dans une solution de concentration plus forte ou plus faible, des changements morphologiques en résultent. Dans les conditions où nous avons opéré, et que nous avons décrites dans notre Travail, l'élévation de la concentration a pour résultat la formation de filaments plus nombreux et plus trapus et l'avortement des sporanges; si, d'autre part, le mycélium passe d'une solution dans l'eau pure, la ramification est encore abondante, mais les filaments sont plus grêles que précédemment et les sporanges avortent encore.

Influence de la transpiration. — M. Schröter a déjà démontré toute l'influence de la transpiration sur les courants protoplasmiques; nos conclusions, sur ce point, sont les mêmes que celles du savant allemand : nous croyons avoir réussi, en outre, à expliquer certains mouvements, en apparence contradictoires, qu'on observe parfois dans les filaments mycéliens.

Mais nos recherches ont encore et surtout porté sur un autre fait, dont la constatation peut avoir, nous semble-t-il, une grande importance au point de vue de l'identification spécifique de certaines Mucorinées, telles que le *Rhizopus*. Toutes les conditions extérieures qui peuvent modifier la transpiration peuvent, en effet, par là même, amener une perturbation profonde dans la morphologie de ce champignon.

Ainsi, chez le *Rhizopus nigricans*, au fur et à mesure que la transpiration augmente, nous assistons aux changements suivants (Voir Pl. 17, fig. 1) :

1° Les stolons aériens sont de moins en moins nombreux et finissent par ne plus se former;

2° Les pédicelles sporangifères se raccourcissent et au lieu d'être par faisceaux sont isolés;

3° Les rhizoïdes s'atrophient ou même disparaissent;

4° Les pédicelles sporangifères s'élargissent plus ou moins rapidement vers le sommet au-dessous du sporange et la forme de la columelle se modifie;

5° Ces pédicelles peuvent rester simples, mais peuvent aussi se dichotomiser en deux branches sporangifères;

6° Les spores sont très inégales, souvent de forme irrégulière, et quelquefois se soudent par deux sans cloison médiane.

Nous avons reconnu que l'inégalité de ces spores provient d'une accumulation anormale de gouttelettes d'huile, car si pour une autre cause, telle qu'une nutrition trop abondante, ce dernier phénomène se produit, les spores deviennent encore inégales.

Si l'on songe que plusieurs des caractères précédents sont des caractères spécifiques et même génériques, on voit combien cet extraordinaire polymorphisme, possible sous l'influence du milieu, doit rendre circonspect pour la création de nouvelles espèces.

Bien plus, ces modifications peuvent aller jusqu'à un changement de coloration, puisque, à la suite d'une dessiccation considérable résultant de la transpiration, nous avons vu le protoplasma des sporanges du *Rhizopus nigricans*, développé sur banane très mûre, se remplir d'innombrables granules assez faiblement colorés, mais dont l'ensemble, cependant, lui a donné une teinte jaune très nette. Le champignon présentait en même temps la plupart des autres caractères plus haut signalés, il y avait donc une véritable forme nouvelle, forme aureus du *Rhizopus nigricans*. Et, pour qui n'eut pas assisté aux transformations de ce *Rhizopus*, nul doute qu'il eut paru légitime de croire à une espèce nouvelle paraissant même bien caractérisée. Cependant, réensemencé sur banane dans une atmosphère humide, ces spores ont redonné le *Rhizopus nigricans* typique. Il est bien certain, que dans la nature, les formes anormales déterminées par les mêmes causes ne doivent pas être rares; et nous croirions volontiers que c'est le cas notamment pour le *Rhizopus equinus* décrit par MM. Costantin et Lucet. Trouvé sur le cheval, ce *Rhizopus equinus*, qui présentait tout d'abord les caractères morphologiques de la forme aureus, avait été pris par ces auteurs pour un Mucor. Il est devenu, après plusieurs mois de culture sous cloche, un véritable *Rhizopus*; il pourrait donc bien être, en réalité, une forme de ce genre, créée par des conditions particulières de transpiration.

Influence du milieu nutritif. — Nous avons surtout étudié l'influence de l'acidité et de l'alcalinité de ce milieu. Dans l'un et l'autre cas, le champignon est gêné dans son développement, l'huile s'accumule en grande quantité dans ses filaments, la sensibilité du protoplasma est affaiblie et la forme du champignon peut aussi être modifiée. Lorsque le *Rhizopus nigricans*, par exemple, est cultivé dans du jus d'orange brut (pulpe et écorce) concentré, fortement acide, le protoplasma se détache de la membrane formant un cordon central dont le calibre est variable. Les parties élargies sont le plus souvent occupées par des vacuoles, les régions étroites contiennent généralement un protoplasma opaque (voir Pl. 17, fig. 2).

Quand le *Rhizopus nigricans* est maintenu en culture pendant plusieurs générations dans le jus d'orange additionné de 3,33 % d'acide citrique, la partie du mycélium dans le liquide s'accroît peu et se réduit à un ensemble de ramifications dichotomes très courtes (voir Pl. 17, fig. 3) ; seule la partie aérienne, qui est moins directement soumise à l'influence de l'acide, et qui n'est représentée le plus souvent que par l'appareil sporangifère, atteint un plus grand développement. La forme réduite, ainsi créée, acquiert d'ailleurs une certaine fixité et peut être considérée comme adaptée, car, lorsqu'on réensemence sur du jus d'orange ordinaire les spores de la troisième génération, la germination n'a pas lieu. Elle se produit au contraire, si l'on réensemence sur jus d'orange acide. Parmi les conséquences morphologiques de cette acidité du milieu, il nous faut citer l'épaississement de l'exospore des spores et son durcissement remarquable. Ces phénomènes nous ont permis de reconnaître, à la surface de la spore du *Rhizopus nigricans*, la présence d'un bourrelet qui ne nous semble pas avoir été signalé jusqu'alors. Nous avons décrit minutieusement la forme de ce bourrelet dans notre thèse.

Mais, les acides ayant pour conséquence les phénomènes précédents, il ne devient que plus intéressant de rechercher l'effet produit par l'alcalinité. Cet effet est bien l'inverse de celui des acides. Dans le jus d'orange additionné de carbonate de soude, l'exospore au lieu de durcir devient très extensible ; les détails de structure du protoplasma deviennent d'autre part moins nets. A la lumière, le milieu carbonaté serait d'une façon générale plus propice à la germination des spores que les milieux acides. A l'obscurité au contraire, c'est l'acidité qui produit l'effet le plus favorable. Ces phénomènes s'expliquent si l'on songe que la lumière, par certaines de ces radiations, exerce sur le protoplasma une action plus ou moins coagulante. Les acides tendent à renforcer cette action, alors que les sels basiques tendent plutôt à l'atténuer.

(Travail du Laboratoire de Botanique appliquée de la Faculté des Sciences de Marseille).

LE SPOROPHYTE CHEZ LES HÉPATIQUES

Par M. Robert DOUIN

Le sporophyte chez les Hépatiques est réduit au sporogone Sp, organe sans tige ni feuilles qui vit en parasite sur le gamétophyte feuillé *gf* ou thalliforme *gth* (Pl. 18, fig. 1 et 2).

Je me propose d'étudier ici les différentes parties du sporogone avec leurs principales variations, les organes qui se développent pour le protéger, en insistant plus spécialement sur la coiffe; et, en dernier lieu, montrer la valeur des caractères tirés des organes précédents et leur emploi dans la systématique pour caractériser les principaux groupes.

I. — LE SPOROGONE

A. — Sporogone complet et parfait

Complet et parfait, le sporogone se compose de trois parties distinctes bien différenciées (Pl. 18, fig. 1) : la capsule *c* qui en est la partie principale, le pédicelle *p* et la racine *r* qui sont des organes secondaires.

1° La racine est souvent en forme de coupe plus ou moins profonde au fond de laquelle s'insère le pédicelle atténué. Cette coupe est très profonde chez les Géocalycées de Nees: *Saccogyna* (Pl. 18, fig. 3), *Calypogeia* (Pl. 20, fig. 29), etc.; elle est très aplatie et fort réduite chez les *Frullania* (Pl. 18, fig. 5 et 6), *Lejeunea*, *Ptychanthus* et autres genres voisins démembrés de l'ancien genre *Lejeunea* (s. lat.); elle est globuleuse chez beaucoup d'autres : *Cephalozia* (Pl. 19, fig. 12), *Cephaloziella*, *Odontoschisma*, *Lophozia*, etc.; elle est plus ou moins longuement conique chez *Pellia* (Pl. 19, fig. 21), *Lophocolea* (Pl. 20, fig. 30), *Trichocola*, *Plagiochila*, *Eucalyx*, etc.; parfois la coupe disparaît et la racine se dilate plus ou moins à l'extrémité du pédicelle étranglé: *Scapania nemorosa* (Pl. 20, fig. 28).

Presque toujours les cellules de la racine sont plus petites que celles de tous les organes voisins (pédicelle, tige, thalle, coiffe); très souvent aussi les cellules de la racine sont remplies de grains de chlorophylle, bien que cet organe ne soit exposé qu'à une lumière excessivement faible. Lortet [21] a déjà fait une constatation analogue.

Dans quelques genres : *Lepidozia*, *Cephalozia* (Pl. 19, fig. 12), la racine se termine par un prolongement formé par une file de 2-3 cellules, qui pénètre plus profondément dans le tissu du gamétophyte.

Beaucoup l'indiquent avec des expansions externes, des suçoris s'enfonçant dans les cellules voisines pour les digérer. A part le prolongement de la base signalé ci-dessus, je n'ai jamais rien vu de tel sur plusieurs centaines de sporogones appartenant à trente-sept genres différents pris dans presque tous les groupes. Ainsi Hofmeister [14] figure une coupe du sporogone de *Cephalozia bicuspidata* avec des suçoirs à la racine; j'ai précisément examiné cette espèce et n'en ai jamais vu.

Par contre, Kny [16] ne figure pas de racine au sporogone de *Marchantia polymorpha* L.; il en existe une très nette (Pl. 21, fig. 34 et 35) sur mes préparations, bien que fort réduite comme c'est le cas des Marchantiées proprement dites. Cette racine de *Marchantia* n'est pas en contact avec les cellules du capitule; c'est ce qui a lieu aussi chez les Jubuloïdées (Cf. plus loin).

Ailleurs la racine est toujours plus ou moins entourée par des cellules informes réduites à leurs parois, en partie détruites et appartenant à la coiffe et au gamétophyte; leur contenu protoplasmique a été digéré par la racine avant d'être transmis à la capsule. La racine jouerait ainsi un rôle analogue à celui des cotylédons des plantes supérieures, au moins chez la plupart des espèces.

2° Le pédicelle est beaucoup plus variable que la racine. Douin [4] en a fait une étude détaillée que je vais résumer ici en la complétant.

Arrivé à son complet développement, le pédicelle est toujours formé de cellules allongées dans le sens de sa longueur. Celles-ci sont assez rarement irrégulières (*Fossombronia*); presque toujours elles sont disposées en files longitudinales nettes, quelquefois (*Lejeunea*) disposées pour ainsi dire par étages successifs, ce qui rend le pédicelle articulé. Assez souvent, par exemple dans *Odontoschisma Sphagni*, *Lepidozia reptans* (Pl. 19, fig. 22), les cellules externes du pédicelle sont différenciées, beaucoup plus larges et moins hautes que les internes quand on les examine à un état de développement peu avancé.

Le nombre des files longitudinales présente une grande constance dans quelques genres : quatre files seulement chez *Cephaloziella* et *Prionolobus* (Pl. 18, fig. 8), quatre files centrales entourées par huit externes chez *Cephalozia* (Pl. 19, fig. 12) ou par douze chez *Aneura* (Pl. 19, fig. 17).

Dans plusieurs genres le pédicelle présente à sa base un étranglement très net, lequel se trouve enfoui dans le gamétophyte

(Pl. 20, fig. 27 et 28). Cette disposition a pour but d'empêcher que le sporogone ne soit facilement arraché du gamétophyte.

A l'état jeune le pédicelle n'est jamais creux [4], comme l'indiquent divers auteurs; mais il devient souvent creux; en particulier c'est ce qui arrive chez les espèces dont les cellules externes sont fortement différenciées et remplies de protoplasme et de réserves, tandis que le internes sont vides ou tout au moins presque dépourvues de matières nutritives dès le début du développement.

Les figures 22 (Pl. 19), 29 et 30 (Pl. 20) permettent de très bien comprendre comment il se fait que le pédicelle devienne creux. Les cellules externes s'allongent beaucoup et très vite, parfois en une seule nuit; elles peuvent le faire grâce à leur contenu. Les cellules internes soudées aux externes sont obligées de suivre le mouvement, mais comme elles n'ont pas le temps d'emprunter aux cellules externes le protoplasme nécessaire à leur développement, elles se déchirent çà et là; d'où des vides dans l'intérieur du pédicelle qui devient ainsi creux au moins par places.

Le pédicelle n'est bien développé que dans le groupe des Jungermanniées où il atteint jusqu'à 7-8 cm. et plus chez *Pellia*; il est cependant des genres où il est relativement très court (*Madotheca*) et où il arrive juste à porter la capsule en dehors du périanthe.

Dans les genres *Sphærocarpus* (Pl. 20, fig. 25), *Targionia* (Pl. 19, fig. 23), *Riella*, *Corsinia*, le pédicelle est très court et réduit à une sorte d'étranglement qui sépare la racine de la capsule.

Dans les Marchantiées supérieures, à part quelques genres, *Lunularia* par exemple, où il est relativement long, il est également très court ((Pl. 21, fig. 35).

Le rôle du pédicelle est double : il sert d'intermédiaire entre la racine et la capsule au point de vue nutritif, et aussi à élever celle-ci au-dessus des organes végétatifs de façon à favoriser la dissémination des spores.

3° La capsule est l'organe essentiel du sporogone; elle ne manque jamais tandis que le pédicelle et la racine peuvent ne pas exister comme dans les sporogones incomplets que je décris plus loin.

Sa forme est sphérique (*Pellia*, *Lophozia*, *Lejeunea*, *Frullania*, etc.) ou elliptique (*Cephalozia*, *Odontoschisma*, etc.), parfois très allongée et presque cylindrique (*Calypogeia trichomanis*, *Anthoceros*, etc.).

Ses parois sont formées de couches cellulaires en nombre variable selon les genres et les espèces : une seule chez les Ricciées, Marchantiées, Sphærocarpées (Pl. 20, fig. 31); deux chez *Radula* (Pl. 20, fig. 32), *Cephalozia*, *Cephaloziella*, etc., trois chez *Jamesoniella autumnalis*; de trois à six chez *Scapania* (Pl. 20, fig. 33); et jusqu'à sept-huit et même davantage chez *Plagiochila*. Parfois (*Scapania*), la paroi capsulaire est moins épaisse au sommet qu'à la base.

En ce qui concerne la déhiscence, on observe divers cas : il y a des capsules cléistocarpes (Ricciées, *Sphærocarpus*) dans lesquelles les spores ne sont mises en liberté que par la destruction des parois capsulaires; chez d'autres (*Reboulia*), il se détache une sorte d'opercule plus ou moins net; dans beaucoup de Marchantiées, la capsule s'ouvre par des valves plus ou moins irrégulières (jusqu'à sept-huit chez *Marchantia*), rarement très régulières comme chez *Lunularia*; chez *Monoclea* la capsule s'ouvrirait par une seule fente longitudinale [3]; dans les *Anthoceros* elle s'ouvre par deux valves laissant libre une columelle centrale; chez les Jungermanniacées, elle s'ouvre généralement par quatre valves, qui se séparent, soit jusqu'à moitié (*Madotheca*), soit jusqu'aux deux tiers (Jubuloïdées), soit plus loin et jusque près de la base. Un cas spécial est celui de *Calypogeia trichomanis*, dont les quatre valves sont contournées en spirale [7, 4 bis]. Enfin, chez nombre de Marchantiées on trouve à la fois les deux modes de déhiscence : il se détache d'abord un opercule, puis le reste de la capsule se sépare en valves plus ou moins irrégulières [24].

La déhiscence de la capsule se fait par suite de la sécheresse qui agit sur les ornements des valves d'après un mécanisme très bien expliqué par Leclerc du Sablon [17] et qu'il serait superflu de répéter ici.

A l'intérieur de la capsule on peut trouver deux sortes d'organes des spores toujours et parfois exclusivement (*Riccia*), des élatères, le plus souvent, de spseudo-élatères ou des cellules stériles plus rarement.

Les spores naissent groupées par quatre dans une cellule-mère et se séparent à maturité; cependant dans les espèces du genre *Sphærocarpus* (*S. cristatus* M. A. Hove excepté) elles restent groupées par quatre jusqu'à la germination et chaque tétrade donne deux thalles ♂ et deux thalles ♀ [5]. Il en serait de même dans toutes les *Muscinées* dioïques d'après Strasburger [28].

Les spores sont vertes, rougeâtres ou noirâtres; elles ont la surface lisse, papilleuse, spinuleuse ou portant des sortes d'ailes; elles sont arrondies ou elliptiques selon les genres ou les espèces.

Chez *Sphærocarpus*, on trouve parmi les spores des organes verts, sphériques, souvent formés de plusieurs cellules; ces organes sont complètement disparus à la maturité des spores : on en a conclu que c'étaient des cellules nutritives pour les spores.

La capsule des *Anthoceros* renferme avec les spores des organes spéciaux plus ou moins allongés formés par une ou plusieurs cellules allongées, auxquels on a donné le nom de pseudo-élatères. Ce sont les « funiculi » de Montagne [23]. « Leur couleur d'ambre uniforme, dit-il, donne lieu de penser que la matière qui constitue ces fibres (il s'agit des fibres des vraies élatères) s'est répandue sur toute la surface du follicule. » Quel est le rôle de ces organes ? Ils ne projettent pas les spores comme les élatères sautantes, ni ne les remuent pas comme les élatères agitantes dont je parlerai tout à l'heure. Il est fort probable qu'en se développant, ces organes font pression sur les parois de la capsule et la forcent ainsi à s'ouvrir.

Il me reste à parler des élatères. Une élatère se compose d'une longue cellule, parfois bifurquée, à l'intérieur de laquelle se voient un ou plusieurs filaments spiralés de couleur rougeâtre comme les ornements valvaires. La manière d'agir de ces organes est bien différente dans les divers genres.

Dans les genres *Frullania* (Pl. 18, fig. 5), *Lejeunea* et genres voisins, les élatères sont peu nombreuses, trente-deux par valve ordinairement, dirigées longitudinalement, fixées par une extrémité sur la moitié supérieure de chaque valve et terminées par un large anneau qui s'applique sur le fond de la capsule; elles ont ainsi plus ou moins la forme de trompettes.

Dans les genres *Aneura* et *Lejeunea* il y a deux sortes d'élatères : des élatères libres et des élatères fixées au sommet des valves (Pl. 18, fig. 2); dans le genre *Pellia* il y a aussi des élatères libres et des élatères fixes, mais ces dernières restent attachées au fond de la capsule formant une sorte de balai minuscule.

Dans les autres genres, les élatères sont libres mais ne sont pas identiques : le plus souvent au moment de la déhiscence, ces élatères sautent en entraînant les spores plus ou moins loin; parfois (*Fossombronia*) elles se contentent de se tortiller en remuant la masse des spores qui tombent ainsi plus facilement à terre : c'est ce que j'appelle les *élatères agitantes*; quant aux précédentes ou *élatères sautantes*, ce sont les « Schleuderzellen » ou « elaterenschleudern » des Allemands.

Le rôle de ces dernières est fort curieux et montre sous le microscope un phénomène vraiment merveilleux. Vu par Schmiedel [26] dès 1779 qui le qualifie de « spectaculum elegans et delectabile », complètement ignoré pendant un siècle, il a été revu ensuite par Gœbel [9], et Kammerling [15] en a donné une explication satisfaisante.

Voici l'explication du phénomène telle que je l'ai comprise, d'après cet auteur. Une élatère sautante se compose de deux parties complètement indépendantes, c'est-à-dire non soudées ensemble : une enveloppe excessivement mince absolument imperméable à l'air et tout à fait osmotique; et à l'intérieur, un, deux ou plusieurs filaments spiralés s'étendant d'une extrémité à l'autre. Au moment de la déhiscence, l'enveloppe est complètement remplie d'eau; au contact de l'air, celle-ci s'évapore très vite, en quelques secondes; pendant ce temps, les parois de l'enveloppe se rapprochent en suivant le volume de l'eau qui diminue, par suite de l'adhésion entre les parois et ce liquide; mais les fibres spirales font obstacle à ce rapprochement, ce qui a pour but de tortiller l'élatère et de diminuer sa longueur. Alors, quand toute l'eau a disparu, la cohésion qui tenait rapprochées les parois opposées de l'élatère n'existant plus, les deux parois s'écartent; les fibres spirales n'étant plus pressées se détendent et provoquent ainsi le saut de l'élatère absolument comme un ressort à boudin que l'on lâcherait après avoir pressé dessus; l'élatère en sautant entraîne les spores qui sont ainsi projetées plus ou moins loin. L'élatère après avoir sauté est complètement vide d'eau et d'air et est redevenue identique, au moins en apparence, à ce qu'elle était dans la capsule mûre et fermée. Si on la met en contact avec un peu d'eau, elle absorbe celle-ci aussi vite qu'elle l'avait perdue, c'est-à-dire presque instantanément, et peut sauter de nouveau si on la laisse dessécher comme il est dit plus haut. J'ai fait plusieurs fois cette expérience de Kammerling [15] avec plein succès. La même élatère peut sauter plusieurs fois de suite. Il va sans dire qu'il faut des élatères prises sur des plantes vivantes et non sur des échantillons desséchés d'herbier.

Les élatères de *Fossombronia*, *Marchantia*, etc. se tortillent par la sécheresse, mais ne sautent pas.

Les élatères des genres *Aneura* et *Metzgeria* sont de deux sortes : des élatères agitantes qui restent fixées au sommet des valves (fig. 2) et des élatères sautantes qui, s'appuyant sur les précédentes (elaterenträger de Jack) sautent en projetant les spores [14 bis].

Les élatères de *Pellia* sont toutes des élatères agitantes, celles qui sont fixes, comme celles qui sont libres. Pourquoi ne sautent-elles pas ? Ce n'est évidemment pas l'insuffisance du ressort spiralé qui en est cause, puisque certaines élatères ont jusqu'à neuf-dix fibres spiralées. La seule explication plausible est que ces fibres spirales étant soudées à l'enveloppe, ne peuvent se détendre quand l'eau interne a disparu. Si on leur rend l'eau qu'elles ont perdue, on les voit aussitôt se détordre et reprendre leur forme primitive.

Enfin les élatères de *Frullania* ont un rôle tout à fait spécial; Leclerc du Sablon [17], Gœbel [9] et Kammerling [15] ont bien expliqué le mécanisme de la déhiscence valvaire, mais ils ne me paraissent pas avoir montré le rôle de l'anneau terminal des élatères. La figure 10 (Pl. 18) permet de bien comprendre ce rôle. Quand les valves s'étalent brusquement dans leur partie supérieure, les élatères fixées dessus par leur base, sont entraînées avec elles et restent plus ou moins perpendiculairement à la surface où elles sont attachées. Mais les spores emprisonnées entre les élatères et retenues par les anneaux terminaux sont forcément entraînées au moment de la déhiscence et lancées plus ou moins loin. J'appellerai ces élatères *élatères lançantes*. Ensuite elles se tortillent par la sécheresse et se détordent par l'humidité comme les élatères agitantes.

Quant à la direction des élatères à l'intérieur de la capsule, les figures 5 (Pl. 18), 14 et 15 (Pl. 19) montrent les trois cas qui peuvent se présenter. A ce sujet, la figure de Hofmeister [14] qui figure des élatères horizontales est fausse.

B. — SPOROGONE INCOMPLET ET IMPARFAIT

1° Chez les Ricciacées (*Riccia*, *Riciella*, *Ricciocarpus* et *Tessellina*) le sporogone est réduit à sa partie essentielle, la capsule (Pl. 18, fig. 11); il n'y a ni racine, ni pédicelle : c'est le plus simple de tous les sporogones.

Chez les *Anthoceros* (Pl. 19, fig. 20) on trouve une racine très développée que surmonte une capsule très allongée, mais il n'y a pas de pédicelle, bien que quelques Hépaticologues donnent ce nom à la base de la capsule. En effet, c'est au sommet que cette dernière commence à s'ouvrir et à laisser échapper ses spores; puis elle mûrit successivement de haut en bas; et, si la saison reste favorable, elle se divise en deux jusqu'à la racine. D'ailleurs, on trouve toujours des capsules en cet état à la fin de l'automne.

2° Dans les genres *Fossombronia*, *Metzgeria* (Pl. 18, fig. 2 et 7), *Radula* (Pl. 19, fig. 13 et 16), *Madotheca* (Pl. 19, fig. 18) et quelques autres, le pédicelle et la racine ne sont pas différenciés, sauf par quelques caractères peu importants : tantôt les cellules inférieures externes sont plus ou moins dirigées en éventail et plus ou moins saillantes (*Radula*), tantôt elles ne sont plus en lignes longitudinales (*Metzgeria*), tantôt les deux caractères sont réunis (*Madotheca*). Dans ce cas, on appelle racine la partie inférieure quelque peu différente du pédicelle. Cela me paraît juste, puisque tout autour de cette partie se voient de nombreuses cellules informes, en partie détruites et réduites à leurs parois, le contenu ayant été digéré; c'est exactement ce que l'on voit autour des racines bien nettes.

Enfin dans *Scapania* dont j'ai étudié trois espèces, j'ai constaté deux formes de racine bien distinctes. Tantôt la racine est en forme de coupe peu profonde, tantôt elle présente une forme globuleuse, nullement excavée, dilatée, plus large que la base du pédicelle (Pl. 20, fig. 28). J'ai également rencontré cette différence chez *Diplophyllum albicans*. Dans ces deux cas on peut cependant dire que la racine est bien différenciée.

II. — LES ORGANES PROTECTEURS DU SPOROGONE

Le rôle du sporogone est essentiel, puisqu'il a pour but de conduire à maturité les spores qui doivent assurer la conservation de l'espèce. Il est pour cette raison protégé par divers organes sur lesquels je dirai quelques mots. Ces organes sont : la coiffe, le périanthe, l'involucre, le périgyne et parfois même le thalle ou la tige. Nous considérerons deux cas selon que les sporogones sont isolés ou groupés sur un organe spécial.

A. — SPOROGONE ISOLÉ

1° *Coiffe.* — Né de l'oosphère, le sporogone a pour premier organe protecteur la coiffe issue de l'archégone primitif. Cette coiffe est assez variable selon les genres et les espèces.

Tantôt elle reste très mince et indépendante, et après avoir suivi quelque temps le sporogone dans son évolution, elle se fend au sommet pour le laisser passer; alors elle se détruit peu à peu en laissant seulement quelques débris indistincts (*Cephaloziella*, *Sphærocarpus*).

Tantôt, au contraire, elle se soude à la tige ou au thalle, devient accrescente, plus ou moins charnue et constitue pour le sporogone, à la fois une enveloppe protectrice et une réserve nutritive.

Parmi les Hépatiques feuillées, *Chiloscyphus* (Pl. 19, fig. 19) a une coiffe charnue qui reste nue; chez *Trichocolea* elle se couvre de filaments ramifiés analogues aux divisions des feuilles. Dans ces cas, la coiffe charnue est toujours plus mince au sommet de façon à faciliter la sortie du sporogone quand vient la maturité des spores. Chez d'autres espèces et genres (*Blepharozia*, *Scapania*, *Diplophyllum*, etc.) la coiffe est demi-charnue, c'est-à-dire que la moitié inférieure seule est formée de plusieurs couches de cellules remplies d'éléments nutritifs (Pl. 20, fig. 28). Cette coiffe charnue se retrouve chez *Haplomitrium* [10], qui n'a pas de périanthe.

Je dois mentionner spécialement la coiffe des Jubuloïdées qui présente une forme unique parmi les Hépatiques, forme sur laquelle l'abbé Hy a déjà appelé l'attention [13] sans insister suffisamment.

Cette coiffe charnue dans sa moitié ou ses deux tiers inférieurs est très nettement (Pl. 18, fig. 6) et souvent très longuement (Pl. 18, fig. 5) pédicellée à sa base. La racine, très réduite, plus ou moins aplatie en croissant de lune, ne peut remplir son rôle physiologique habituel; et, comme le dit Hy, elle ne perfore pas la coiffe. De plus, comme les cellules de cette coiffe ne sont pas en contact avec le gamétophyte, il s'ensuit que les éléments nutritifs de ce dernier ne peuvent cheminer que lentement par osmose, de cellule à cellule, du gamétophyte à la capsule en passant par la coiffe, la racine et le pédicelle. Il semblerait d'après cela, que ces plantes soient en état d'infériorité pour conduire leurs spores à maturité. Cependant, il faut croire qu'il n'en est rien, puisque *Frullania dilatata* Dum, fructifie abondamment toute l'année et qu'il en est de même au printemps de *Frullania Tamarisci* Dum. comme j'ai pu le constater plusieurs fois et en particulier dernièrement (1 et 3 avril 1912) dans les forêts d'Écouves (Orne) et de Perceygnes (Sarthe).

Parmi les Hépatiques à thalle, *Aneura* et *Metzgeria* sont deux genres à coiffe charnue : dans le premier, insérée latéralement dans un involucre très court et à peine distinct (Pl. 19, fig. 15), cette coiffe se couvre çà et là de grosses papilles formées de cellules saillantes ; dans le second, elle naît de la nervure sous le thalle dans un involucre mieux développé et porte quelques pointes aiguës (Pl. 18, fig. 2).

En se soudant à la tige ou au thalle, la coiffe rencontre quelquefois des archégones restés stériles (Pl. 18, fig. 5), ou ayant été fécondés (Pl. 19, fig. 21); alors elle les emporte à différentes hauteurs, quand elle s'allonge pour suivre l'évolution du sporogone.

Dans le genre *Corsinia*, la coiffe charnue est surmontée de longs poils renflés au sommet.

Maintenant, quel est le rôle de la coiffe ? Il est souvent double : elle protège toujours le sporogone, et souvent elle constitue une importante réserve nutritive que le sporogone trouvera tout à fait à sa portée lors de son développement.

2° *Périanthe.* — Chez les Hépatiques à feuilles, la seconde enveloppe protectrice est le périanthe ; il affecte des formes très variées qui ont servi à diviser les Jungermanniées acrogynes en Epigonianthées, Trigonanthées, Jubuloïdées, etc., suivant qu'il est plus ou moins plissé, aplati ou brusquement rétréci en tube à son sommet.

Ordinairement formé d'une seule couche dans sa partie supérieure, il est rare que le périanthe n'ait pas deux ou plusieurs couches de cellules dans sa partie inférieure (Pl. 20, fig. 28).

Son ouverture peut être entière, crénelée, dentée, ciliée ou lobulée ; les cellules qui le composent, également très variables, sont souvent plus allongées dans la partie supérieure.

Certains genres n'ont pas de périanthe (*Trichocolea*, *Acolea*).

3° *Involucre.* — En dehors du périanthe, les feuilles voisines se soudent presque toujours plus ou moins entre elles et avec l'amphigastre correspondant, pour former une deuxième enveloppe protectrice qui reçoit le nom d'involucre. Parfois même (*Dichiton*), cet involucre à part sa longueur moindre est identique au périanthe inclus, de sorte que l'on a pour ainsi dire deux périanthes superposés.

Quand le périanthe manque, ou lorsqu'il est rudimentaire (*Marsupella*), c'est l'involucre seul qui protège le sporogone.

Il arrive parfois, dans les genres *Alicularia* (Pl. 20, fig. 26), *Eucalyx*, etc., que l'involucre et le périanthe se soudent dans leur partie inférieure pour former une enveloppe protectrice commune.

Dans les Hépatiques à thalle, le périanthe n'existant pas (sauf chez les Marchantiées), c'est l'involucre seul qui protège la fructification. Ainsi dans les *Sphærocarpus* et *Corsinia*, chaque archégone, comme chaque anthéridie d'ailleurs, est enveloppé par un long involucre, d'une seule couche de cellules dans le premier genre, épais avec chambres aériennes dans le second.

L'involucre de *Targionia* (Pl. 19, fig. 23), noir et coriace, s'ouvre par deux valves qui s'écartent.

L'involucre de *Pellia* est cylindrique (*P. calycina* Nees), ou formé d'une sorte de lame aplatie (*P. epiphylla* Corda).

Chez *Anthoceros*, il est formé à la fois par une expansion du thalle et par la coiffe qui lui est soudée.

4° *Périgyne.* — Après la fécondation, le sporogone enfonce plus ou moins sa racine dans le gamétophyte en digérant et détruisant les cellules qui l'entourent et en repoussant peu à peu leurs débris sur les cellules restées intactes. Il arrive ainsi que sa base est assez profondément enfouie : c'est le cas de la plupart des exemples que j'ai cités jusqu'ici. Il y a même certaines plantes exotiques [24], genre *Schistochila*, où le sporogone se trouve complètement enfoncé dans la tige : la capsule et le pédicelle n'en sortent que pour mettre les spores en liberté.

Dans d'autres genres, ce n'est plus le sporogone qui s'enfonce dans le gamétophyte, c'est au contraire ce dernier qui développe autour du sporogone un organe plus ou moins charnu qui reçoit le nom de périgyne. Tantôt c'est la tige principale, qui s'invagine au sommet (*Acrobolbus*), ou dans une bifurcation (*Gongylanthus*); tantôt c'est un rameau ventral court [4 bis], qui par un développement inégal, forme une enveloppe charnue autour du sporogone (*Calypogeia*, *Saccogyna* (Pl. 18, fig. 4), *Geocalyx*). Dans les deux cas, ce périgyne s'enfonce dans le sol, se couvre de poils absorbants et peut alors vivre d'une vie propre sans avoir recours au gamétophyte.

Quoi qu'il en soit, le sporogone se trouve ainsi bien protégé, en même temps qu'il rencontre dans le périgyne une réserve nutritive toujours renouvelée grâce aux poils absorbants. En effet, si on examine un périgyne avec archégone de *Calypogeia trichomanis*, plante commune en cet état au printemps, on voit l'intérieur presque complètement rempli de longues cellules saillantes et renflées à leur extrémité [4 bis]. Si on examine la plante avec des sporogones de plus en plus développés, on voit les longues cellules saillantes disparaître au fur et à mesure que le sporogone s'accroît et que sa racine en forme de coupe souvent très profonde (Pl. 20, fig. 29) se soude plus ou moins à la paroi du périgyne.

Il existe des cas intermédiaires : un périgyne net surmonté d'un court périanthe chez *Thylimanthus* [24] et une ébauche de périgyne surmonté également d'un court périanthe chez *Alicularia* (Pl. 20, fig. 26).

5° *Thalle ou tige.* — Dans les Ricciacées le sporogone est complètement enfoui dans la substance du thalle; au fur et à mesure qu'il se développe, les cellules du thalle qu'il digère lui font une place de plus en plus grande.

Un exemple de tige servant de protection au sporogone est celui du genre *Schistochila* cité plus haut. *(A suivre).*

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

. HICKEL. — **Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France** (180 pages et 93 figures originales, dessinées par l'auteur).

Quand les botanistes décrivent des plantes, ils ne s'occupent, en général, que du végétal adulte, et passent sous silence la plante jeune ayant encore ses cotylédons et ne possédant que quelques feuilles. Une semblable omission s'explique aisément : de telles plantules sont plus difficiles à découvrir que de grands échantillons, et parfois aussi à déterminer avec certitude. Il n'en est pas moins vrai qu'il existe de ce fait une lacune considérable dans nos connaissances, lacune regrettable, car les plantes jeunes possèdent parfois des caractères particuliers, intéressants à connaître, par exemple des feuilles de forme spéciale, différentes des feuilles de la plante adulte. Pour acquérir la connaissance complète d'un végétal, il ne suffit pas de l'étudier à un stade unique, fût-ce même au moment où l'espèce possède les caractères qui la définissent le plus nettement. Il faut suivre cette plante dans tout le cours de son développement, et connaître ses caractères à tout âge. En outre, l'étude des stades jeunes peut parfois fournir des caractères importants au point de vue des affinités des espèces.

L'étude des plantules d'arbres présente de grandes difficultés. Les semis doivent être faits et surveillés avec le plus grand soin, et souvent les graines mettent longtemps à germer, parfois ne germent pas. Il est même certaines espèces que, pratiquement, l'on ne multiplie pas par semis dans les pépinières, et dont il est presque impossible de se procurer de bonnes graines.

M. HICKEL, Inspecteur des Forêts, n'a pas reculé devant toutes ces difficultés, et l'ouvrage qu'il vient de publier récemment apporte une contribution des plus importantes à nos connaissances sur les états jeunes des plantes.

Pour l'instant, l'auteur s'est borné aux Conifères. Dans un premier chapitre il traite des graines, dans un second, des plantules.

Il passe en revue successivement les diverses familles du groupe des Conifères, et décrit les graines avec beaucoup de précision et de détails. Des figures très soignées illustrent et complètent le texte. Il donne des tableaux synoptiques permettant de déterminer familles, genres et espèces d'après les graines, parfois même plusieurs tableaux, suivant les conditions dans lesquelles on trouve ces graines. C'est ainsi, par exemple, qu'il y a un tableau général de détermination des graines entières « telles qu'on les récolte sur l'arbre ou qu'on les extrait des cônes », et un second tableau d'après l'état dans lequel on les trouve dans le commerce où les manipulations qu'elles ont subies font souvent disparaître certaines parties extérieures et fragiles.

De même un premier tableau permet de déterminer les genres d'Abiétinées d'après les graines complètes « non désailées » et un second quand la récolte, le transport ont fait disparaître les ailes. Deux tableaux analogues se rapportent à la détermination des espèces du genre *Pinus*.

Des descriptions ne sont pas choses susceptibles d'analyse; nous renvoyons pour les détails au Mémoire lui-même.

Les plantules sont décrites et dessinées avec le même soin que les graines.

On sait que fort souvent les plantules des Conifères ont des feuilles que l'on peut qualifier de « primordiales » et qui diffèrent beaucoup des feuilles de la plante adulte. Ces plantules sont d'autant plus intéressantes à connaître que leurs caractères ne correspondent souvent en aucune façon à l'ensemble des caractères qui ont servi à définir les genres et les espèces. « Des espèces très voisines, dit l'auteur, peuvent avoir des plantules très différentes, et inversement des plantules appartenant à des espèces très éloignées présentent de grandes analogies. » On voit par cette citation tout l'intérêt d'une telle étude pour la connaissance complète des espèces.

Suivant les espèces, les feuilles primordiales ou sont presque semblables à celles de l'arbre adulte, ou elles présentent une différence telle que la plantule semble, à première vue, appartenir à un genre tout différent. La plante n'est dans ce dernier cas, pour employer une expression connue, « caractérisée » que plus ou moins tard.

M. Hickel donne alors un tableau général permettant de déterminer les plantules de Conifères « de la première année. » Et ce qui confirme bien ce qui a été dit plus haut, c'est que dans ce tableau l'auteur se trouve obligé de mélanger les familles, les genres, et même de faire figurer nommément quelques espèces.

D'autres tableaux se rapportent aux genres de la famille des Abiétinées, aux espèces du genre *Abies*, du genre *Pinus*, etc.

Comme pour les graines, nous renverrons au Mémoire lui-même en ce qui concerne les descriptions mêmes des plantules.

Les recherches de l'auteur se sont étendues aux espèces véritablement indigènes et aux plantes introduites mais cultivées communément en France. Elles portent sur environ 150 espèces, dont 24 *Abies*, 11 *Cupressus*, 11 *Juniperus*, 11 *Picea*, 47 *Pinus*.

Ce travail a été fait avec un soin des plus scrupuleux. « Je me suis imposé, dit l'auteur, de ne décrire que des graines récoltées par moi, sur des sujets dont la spécification ne pouvait faire de doute, ou seulement, lorsque je ne pouvais procéder ainsi, fournies par quelques firmes connues pour l'exactitude de leurs déterminations. De même en ce qui concerne les plantules, je n'ai décrit, autant que cela m'a été possible, que celles provenant de mes propres semis. Ce n'est qu'exceptionnellement que les descriptions ont été faites d'après les plantules recueillies dans les pépinières, et seulement pour les espèces dont l'identité m'était certaine. Toutes les figures ont été dessinées par moi d'après nature. »

L'excellent travail de M. Hickel devra désormais être consulté par tous les botanistes qui voudront s'occuper des stades jeunes des plantes. Nous savons que l'auteur ne s'est pas occupé exclusivement des Conifères, mais qu'il a déjà rassemblé des documents nombreux sur les arbres et arbustes des autres groupes de Phanérogames. Quand on a lu ce premier travail, on ne peut que souhaiter que M. Hickel ne tarde pas trop à donner une suite à son savant Mémoire.

Léon Dufour.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce le décès de M. Crié, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Rennes.

⁂

M. Fitting, Directeur de l'Institut botanique de Hambourg, est nommé Professeur de Botanique à l'Université de Bonn.

⁂

M. Charles Oberthur, Président de la Société bretonne de Botanique, a été nommé Chevalier de la Légion d'honneur.

⁂

On annonce la mort de M. le Professeur José Arechavaleta, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Montevideo (Uruguay).

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères. Le Gérant, Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Novembre 1912

Nº 287

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1912

I. — ÉDOUARD STRASBURGER, par **M. J. Beauverie** . . 417

II. — LE SPOROPHYTE CHEZ LES HÉPATIQUES (*Suite*), par **M. Robert Douin** 453

III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 464

Cette livraison renferme le portrait d'Edouard Strasburger

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

ÉDOUARD STRASBURGER

1844 — 1912

ÉDOUARD STRASBURGER

1er février 1844 — 19 mai 1912

La mort de Strasburger n'a pas été seulement une perte pour l'Allemagne, mais encore un deuil ressenti par les savants du monde entier.

Pendant cinquante ans sa personnalité puissante s'impose dans le domaine des recherches qu'il oriente soit par ses découvertes, soit par son enseignement. L'importance et la rapidité de sa production scientifique déconcertent, surtout quand on songe aux difficultés techniques qu'il eut à vaincre à une époque où les méthodes étaient encore rudimentaires et lentes. Les faits qu'il a observés sont innombrables et il possédait une perspicacité merveilleuse pour en établir l'importance relative. Il savait les mettre en œuvre dans de beaux mémoires dont beaucoup sont de volumineux ouvrages enrichis d'une documentation graphique d'une extraordinaire importance et d'une perfection qui fait l'admiration de toute personne initiée à ce genre de travail.

Strasburger ne s'est pas contenté de faire œuvre analytique : dans beaucoup de ses productions se manifeste une tendance à la synthèse, à la généralisation philosophique; l'idée préalable, qui n'est pas une mauvaise chose si on sait s'en débarrasser à temps, dirigeait ses recherches et lui permettait de tirer des faits le maximum de déductions.

Echappant au reproche d'unilatéralité, nous verrons qu'il ne dédaignait pas la botanique systématique et que, d'autre part, sa plume, habituée à l'austère et froid langage de la science, savait écrire en style très littéraire, comme en font foi ses relations et ouvrages de voyage.

La plupart de ses mémoires resteront classiques : on peut dire qu'ils ont fait la science actuelle. Il n'existe guère de publications étendues de botanique moderne se rapportant à la cytologie, à l'anatomie, à l'embryologie et même à certaines parties de la physiologie, qui ne contiennent quelque référence aux travaux de Strasburger. Toute la série des mémoires qu'il a réunis sous le titre commun de *Histologische Beiträge* est indispensable aux cytologistes et aux anatomistes.

Certainement tout ne restera pas dans l'œuvre du Maître. Çà et là ses premiers travaux ont déjà subi quelques revisions; mais, étant donné la technique primitive de l'époque, c'est merveille qu'il ne se soit pas mépris plus souvent. Quant à la partie théorique, philosophique de l'œuvre, c'est naturellement celle qui donnera le plus de prise aux modifications, par suite des découvertes de l'avenir. Mais c'est le propre des synthèses que l'homme essaie d'édifier; elles servent un temps, provoquent de nouvelles recherches, dont la somme donne la mesure de leur intérêt, puis elles s'effacent du livre où l'humanité consigne ses progrès. Strasburger, lui-même, est souvent revenu sur ses généralisations, mais ce serait méconnaître la marche habituelle de la découverte scientifique que de lui en faire un grief. Ces retours sur lui-même prouvent qu'il n'était pas facilement satisfait et font ressortir sa bonne foi de savant.

Il faut cependant convenir qu'à la suite des belles découvertes de Strasburger et de quelques autres savants, il s'est produit une sorte de fascination qui les a entraînés, eux et tous les botanistes à leur suite, dans un domaine de généralisations qui va sans doute trop au delà des faits. La localisation exclusive de la substance héréditaire sur la chromatine, l'individualité et la permanence des chromosomes, etc. (Boveri va même jusqu'à admettre que les chromosomes peuvent être qualitativement distincts, chacun étant le support d'une des parties des propriétés de l'organisme), sont autant de propriétés merveilleuses et purement métaphysiques; c'est cependant sur elles que l'on a construit les théories actuelles de l'hérédité. Ces chromosomes, ainsi qualifiés, se prêtent admirablement à expliquer le jeu des lois de Mendel par la localisation sur eux-mêmes des caractères mendéliens. Ce sont les chromosomes qui ont rendu éclatant le succès de Mendélisme. Mais ce que la cellule livre à notre observation est en réalité bien peu de chose et l'on paraît avoir édifié sur une base trop frêle un monde trop vaste. Aussi entrons-nous aujourd'hui dans une période de revision critique des connaissances considérées peut-être trop hâtivement comme acquises; une tendance vers une conception purement physico-chimique, et non hypothétique et métaphysique, oriente les nouvelles recherches (1).

Quel que soit le sort que l'avenir réserve à certaines des généralisations de Strasburger, dont d'ailleurs toute l'école contemporaine est solidaire, les faits innombrables qu'il a si rigoureusement décrits resteront et l'essor qu'il a donné à la Botanique moderne, en stimulant les recherches, suffira à immortaliser son nom. Il gardera toujours aussi le mérite d'avoir appelé l'attention sur la possibilité et l'intérêt qu'il y a à résoudre les plus hautes et les plus délicates questions se rapportant à l'hérédité par l'étude approfondie des phénomènes les plus intimes de la vie de la cellule.

Küster nous rappelle que, dans une de ses dernières leçons, Strasburger disait à ses élèves, avec un peu d'amertume, que le Génie de la Science est ingrat même envers ses meilleurs serviteurs; les faits qu'ils ont découverts restent, mais leurs noms s'ensevelissent sous les cendres de l'oubli. Déjà la génération qui vient ne sait plus à la suite de quelles difficultés ont été obtenus les résultats dont ils lisent si facilement l'exposé simple et clair dans leurs traités classiques. Quelle que soit la part de vérité contenue dans ces mélancoliques paroles, elles ne sauraient complètement s'appliquer à lui-même. Le monument qu'il a élevé à la science est trop vaste et trop haut pour que les cendres dont il nous parle puissent jamais atteindre le fronton d'où rayonnera toujours pour les biologistes son nom glorieux.

---

(1) Voir notamment, à ce sujet, les travaux d'un savant italien, P. della Valle, *Archivio Zoologico*, t. IV, 1909 et V, 1911, et *Monit. Zoolog. Italiano*, t. XX, 1910, ainsi que les comptes rendus critiques qu'en ont donnés : Regaud, *Archiv. d'Anat. microsc.*, t. XI, 1910 et Caullery, *Rev. gén. des Sciences*, 1912, p. 358; *Rev. du mois*, 1912, p. 73.

I. — L'HOMME : SA VIE, SA CARRIÈRE (1)

La vie de Strasburger réalise au suprême degré l'existence de l'homme voué à l'idéal de l'étude; elle se partage tout entière entre la famille et le laboratoire, avec, pendant les périodes de vacances, quelques courses dans la montagne ou quelques séjours sur les bords ensoleillés de la Méditerranée. Une œuvre aussi considérable que celle de ce maître ne pouvait éclore que dans le calme d'une vie régulière. Cette existence de savant qui se déroule dans une claustration particulière peut paraître monotone au profane, mais, pour les initiés, elle est au contraire ardente et pleine de jouissances qui la rendent privilégiée, surtout si l'homme qui s'est voué à l'étude n'abaisse pas son glorieux labeur en lui donnant le but d'une recherche vaine des places et des honneurs.

Strasburger dut connaître le maximum des joies que la recherche désintéressée puisse apporter à un homme de science, car chaque jour s'écartaient un peu plus pour lui, les voiles dérobant les faits qu'il s'était proposé de connaître, sous l'effort de son admirable intelligence et de sa puissante activité.

E. Strasburger est né en Pologne, à Varsovie, le 1er février 1844, de parents négociants et d'origine allemande. Il passe son enfance dans sa ville natale dont il fréquente le Lycée. A 18 ans, il quitte l'école et le pays pour faire route vers Paris où il fut inscrit deux années à la Sorbonne (1862-1864).

De retour à Varsovie, il part bientôt pour Bonn où se trouvait alors Schacht, comme professeur à l'Université, tandis que Julius

---

(1) En outre de l'étude directe de l'œuvre de Strasburger, nous avons eu comme éléments, pour rédiger cette étude, les précieux renseignements qu'ont bien voulu nous procurer M. le Dr-Professeur Julius Strasburger, de l'Université de Breslau, fils de l'illustre savant, et M. le Professeur Schenck, de Darmstadt.

Nous avons eu connaissance des notices publiées par E. Küster dans *Münch. medizinischen Wochenschrift* ; par J.-B. F. (Farmer) dans *Nature*, juin 1912; par le Professeur Mattirolo, avec qui nous eûmes le plaisir de nous entretenir à Turin durant ce mois d'août, dans les comptes rendus de *Reale Accademia delle Scienze di Torino*.

Enfin, nous voulons mentionner de quel secours nous ont été les publications de M. Péchoutre, particulièrement dans la *Revue générale des Sciences* (depuis 1900) et dans l'*Année biologique*, où il a si souvent fait connaître au public français les travaux de Strasburger se rapportant aux dix ou douze dernières années.

Sachs, qui devait devenir un des plus grands botanistes de notre temps, enseignait la Botanique à l'Ecole d'Agriculture. Quoique Schacht eût témoigné au jeune étudiant un amical intérêt, nous voyons celui-ci s'éloigner de Bonn après un semestre pour se rendre à Iéna (octobre 1864); il trouva là, sous la direction de Pringsheim, un milieu particulièrement favorable et y subit les impressions qui devaient décider sa carrière scientifique. En 1866, il prend, à la Faculté de Philosophie de cette ville, ses doctorats en Philosophie, en Médecine et en Jurisprudence et, dès l'hiver suivant (1866-1867), il se fait habiliter à l'enseignement, en qualité de Privatdocent, à l'Université de Varsovie. Mais la carrière de ce savant, qui devait être si stable par la suite, le fut bien peu à ses débuts. C'est ainsi que son séjour, là encore, fut de courte durée : au commencement de l'année 1869, Strasburger est nommé Professeur extraordinaire et Directeur de l'Institut botanique à Iéna et, dès 1871, Professeur ordinaire. Le désir qu'il avait caressé de vivre en Allemagne, dont il admirait les tendances d'esprit, était ainsi réalisé; en même temps la vie matérielle était assurée et l'avenir se dessinait large et certain; toutes ces circonstances étaient les plus propres à favoriser l'éclosion de l'immense force productrice latente que le jeune savant renfermait en lui.

Ce fut en 1880, après dix années d'une activité scientifique prodigieuse déployée à Iéna, que Strasburger fut nommé à Bonn en qualité de professeur ordinaire; il y succédait à Hanstein et y demeura jusqu'à la fin de sa vie, c'est-à-dire trente-deux années pendant lesquelles, soit par ses propres recherches, soit par les nombreux élèves qui venaient de tous les pays du monde s'initier à la délicate technique cytologique et travailler sous sa direction, il réussit à parfaire la science qu'il avait pour ainsi dire inaugurée et qu'il domina de sa personnalité jusqu'à sa mort.

Nous dirons ailleurs quel fut son labeur scientifique, continuons à donner ici quelques dates. Il reçut, en 1877, le titre honorifique de Conseiller intime du Gouvernement. C'est d'ailleurs surtout à partir de cette époque que les honneurs viennent consacrer sa réputation scientifique : il reçoit, en 1887, le titre de Docteur honoraire en médecine de Göttingue; en 1894, celui de Docteur d'Oxford; en 1901, de Docteur de Connecticut; puis, en 1903, de Chicago; enfin, en 1909, celui de Docteur ès sciences de l'Université de Bruxelles.

Il était membre titulaire ou correspondant de la plupart des Académies scientifiques, notamment de celle de Prusse (Berlin), 1890; de la Société Royale de Londres; de l'Académie des Sciences de Paris, 1901; de l'Académie des Lincei; de l'Académie des Sciences de Christiania; de l'Académie des sciences Belge; de celles de Boston, de Dublin, de Turin, du Danemark, des Pays-Bas, etc. La Société Linnéenne de Londres lui avait attribué sa grande médaille d'or en 1905.

Strasburger avait épousé à Varsovie, Alexandrine Wertheim, femme cultivée et remarquablement musicienne, qu'il perdit en 1902, mais dont il lui restait deux enfants : une fille et un fils, le Dr Julius Strasburger, Professeur de Médecine à l'Université de Breslau, connu par de savants travaux.

Le Professeur Fitting, Directeur de l'Institut Botanique de Hambourg, a été appelé à succéder à Strasburger, à Bonn.

Un de ses élèves (1) nous apprend ce qu'était l'homme dans la vie quotidienne : « Il possédait un singulier charme de manières qui se faisait également sentir dans beaucoup de ses écrits. Il était toujours dans la discussion un adversaire courtois et donnait, à cet égard, un exemple qui n'est malheureusement pas toujours suivi.

» Il attirait dans son laboratoire les étudiants de toutes les parties du monde et tous ceux qui ont travaillé à Bonn se rappellent la respectueuse affection qui s'attachait à celui que l'on appelait habituellement le *Geheimrath*.

» Une excursion faite avec lui était un régal que l'on oubliait difficilement tant on avait subi l'impression de sa parole claire et profonde s'attaquant à de nombreux sujets : la philosophie des sciences et de la politique, l'art et la littérature, et qui laissait toujours abondante matière à réflexion. »

Quelque temps avant sa mort, ses amis et ses élèves se préparaient à fêter son 70e anniversaire. Un *Festschrift* avait été projeté pour lequel le concours de quatre-vingts personnes était déjà assuré. La publication devait comporter deux forts volumes et 100 planches environ. L'espoir de ce jubilé, qui s'annonçait particulièrement heureux et brillant, a rendu plus mélancolique encore la nouvelle de sa mort inopinée.

---

(1) J. B. F. (Farmer), *Nature*, juin 1912.

II. — L'ŒUVRE

A) COUP D'ŒIL D'ENSEMBLE

L'œuvre de Strasburger présente une grande unité et une remarquable continuité. A part le travail de ses débuts sur les Gymnospermes, c'est dans le champ de la Cytologie, particulièrement la cytologie de la reproduction et, à un moindre degré, de l'Anatomie, que sa réputation trouve surtout sa consécration.

Dès ses premières années d'étude, son attention est attirée par les problèmes de la reproduction. Cependant il cherche encore sa voie : il publie, en 1872, un grand ouvrage sur les Conifères qui concerne principalement la morphologie de la fleur, l'origine des tissus, etc.; mais un fait l'a particulièrement frappé chez les Gymnospermes : à la base de l'oosphère fécondée il avait vu un noyau non pas arrondi, mais présentant nettement l'aspect d'un fuseau. Ce phénomène l'intrigue, il en poursuit l'étude et mène à bien ses recherches sur la division dont les résultats paraissent, en 1875, dans son livre *Ueber Zellbildung und Zelltheilung* qui fit époque, eut trois éditions et fut traduit dans diverses langues, notamment en français. Il y expose le phénomène de caryocinèse, inconnu jusqu'alors et que quelques zoologistes étudièrent simultanément. S'il avait pu pousser plus loin que ses devanciers l'étude de la cellule, c'est grâce à l'emploi d'une technique remarquablement en progrès, notamment par la mise en œuvre des procédés de « fixation » insoupçonnés des Botanistes, sinon des Zoologistes. Il établit ainsi que les noyaux proviennent toujours de noyaux préexistant, même dans le cas des cellules à noyaux multiples, affirmant de cette façon la continuité dans le développement et dans la multiplication de la substance nucléaire, sur laquelle s'est édifiée depuis toute la science de la cellule.

Ces premiers mémoires inaugurent dans la science une nouvelle époque et introduisent la clarté où régnait le chaos. En les comparant à ceux des contemporains on a, dit Farmer, l'impression de faire un bond du Moyen-Age à la science moderne. Beaucoup de brillants travaux avaient été cependant accomplis par d'autres, mais c'est surtout grâce à Strasburger que la cytologie émerge si rapidement des brumes de la spéculation et se développe en une science fondée sur des faits dont les plus récents travaux ont généralement établi l'exactitude et l'importance. Après un grand travail sur les Angiospermes et les Gymnospermes (*Die Angiospermen u. d. Gymnospermen* (1879), Strasburger approfondit l'étude de la membrane : son origine à la suite de la division cellulaire ; son accroissement (et, à ce propos, il oppose à la théorie régnante de Nägeli, de l'intussusception, celle de l'apposition, mais un peu plus tard il admettra partiellement la théorie nouvelle de Wiesner qui est une sorte de perfectionnement de la première) ; enfin, les communications protoplasmiques de cellule à cellule au travers de la membrane. En 1891, il publie un monumental ouvrage sur la structure et le fonctionnement des faisceaux vasculaires dans tous les groupes végétaux (*Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen*, 1.000 p., 5 pl. et 17 fig.) : il y décrit d'innombrables faits anatomiques, dont certains constituent d'importantes découvertes, et il y expose, dans la partie physiologique, ses expériences sur l'ascension de la sève. Il faut noter, dans ce livre, un chapitre, tel qu'on en trouve rarement dans l'œuvre de ce savant particulièrement préoccupé de haute science spéculative, chapitre concernant la botanique appliquée et ayant spécialement trait à l'injection et l'imprégnation des bois pour leur conservation par les antiseptiques.

Mais Strasburger revient bientôt aux grandes questions de sexualité qui dominent toute son œuvre scientifique.

Il apporte de nouveaux faits destinés à étayer et à compléter les admirables généralisations de Hofmeister. Ce botaniste génial avait montré avec une étonnante perspicacité, dès 1851, les relations qui unissent entre eux les grands groupes végétaux et font de leur ensemble, une chaîne continue. Ces relations consistent dans l'homologie des phénomènes de reproduction. Chez tous se manifeste une alternance de génération sexuée et asexuée. Strasburger rendit plus nette l'homologie de ces phases, en établissant qu'il existe une différence dans le nombre des chromosomes des deux générations, celui de la génération sexuée étant la moitié de celui de la phase asexuée. C'est Strasburger qui décrit, en 1877 (*Ueber Befruchtung und Zelltheilung*), et 1882, en même temps que Guignard, les phénomènes de maturation du sac embryonnaire. Il explique bientôt après l'origine de certains cas de polyembryonie (1878). Un de ses principaux titres de gloire est la découverte du rôle des noyaux sexuels dans la fécondation, 1884 (*Ueber den Befruchtungsvorgang...* et *Neue Untersuchungen*). Il aborde ensuite plusieurs questions connexes à celle de la sexualité et de la fécondation proprement dite : la double fécondation (1900), que venaient de découvrir (1898-1899) Nawaschin et Guignard ; l'action végétative d'un pollen étranger ; la parthénogénèse et l'apogamie ; les « hybrides de greffe » et les chimères.

Mais, une des tâches les plus délicates et les plus ardues qu'il ait imposé à son labeur, fut celle de l'étude des cinèses de maturation des éléments sexuels, notamment du pollen, avec la réduction chromatique qui les accompagne. Le schéma qu'il a donné de celle-ci est actuellement adopté, tel ou très peu modifié, par tous les botanistes. Après avoir varié plusieurs fois d'opinion, il admet l'existence d'une réduction *qualitative* coïncidant avec la division hétérotypique. C'est Strasburger qui apporte le plus de documents à la connaissance du stade *synapsis* qui précède la première division ou division hétérotypique. Enfin, la dernière partie de sa vie est consacrée surtout à l'étude des causes de la sexualité (principalement dans : *U. Geschlechtbestimmende Ursachen*, 1910) qu'il entreprend à l'aide de l'expérimentation jointe à l'observation des faits cytologiques. Il y apporte toute son admirable perspicacité et les ressources d'un savoir depuis longtemps orienté vers la connaissance des phénomènes de sexualité.

B) ÉTUDE ANALYTIQUE (1)

Travaux sur les Conifères, etc.

Strasburger manifesta dès ses débuts, à Iéna, une extraordinaire productivité. C'est de là que date (1872) son grand ouvrage : *Die Coniferen und die Gnetaceen* (2). Une année après la publication de ces laborieuses recherches sur les Gymnospermes paraît, en 1873, un livre sur l'*Azolla*, intéressante petite Filicinée aquatique, cultivée aujourd'hui dans tous les jardins botaniques et que l'on rencontre dans tous les aquariums, mais qui était alors une rareté fort mal connue.

---

(1) Nous n'avons pas la prétention d'analyser tout l'œuvre de Strasburger, nous espérons du moins que ce que nous disons suffira à en faire apprécier l'importance.

(2) Nous prions le lecteur de se reporter à l'index bibliographique pour avoir le titre complet et une indication de l'importance matérielle des ouvrages que nous citons ici.

Morphologie de la fleur

Au cours de ses recherches sur la fleur des Gymnospermes, Strasburger fut naturellement amené à prendre parti dans la grande lutte, parfois un peu âpre, qui divisait alors les botanistes en deux camps, concernant la morphologie de la fleur : d'une part se trouvaient ceux qui attribuaient à la fleur une nature caulinaire, autrement dit axillaire, et ceux qui pensaient qu'elle est d'origine foliaire, autrement dit appendiculaire. Les partisans de l'origine axiale, au moins dans certains cas, étaient surtout : Payer, Baillon, Schleiden, Celakowsky, Warming, Goebel. Dès 1866, l'Académie des Sciences avait mis la question au concours, on sait que le lauréat fut M. van Tieghem, dont le mémoire, qui fit époque, conclut à la parfaite justesse de la théorie appendiculaire; son argumentation est basée tout entière sur la considération de la marche des faisceaux du système vasculaire. C'est ainsi qu'à la suite de la publication de ce beau mémoire, l'école française actuelle admet que l'axe n'entre dans la constitution du pistil qu'en tant que support des feuilles carpellaires. Néanmoins, plusieurs savants allemands restèrent partisans de la vieille théorie gemmaire de l'ovule de Schleiden et Braun; ce fut le cas de Strasburger (1872) qui était opposé surtout à l'opinion suivant laquelle la valeur morphologique de l'ovule pourrait être différente selon les cas, comme le concédaient certains botanistes.

Pour le cas particulier des Gymnospermes, la question de la morphologie de la fleur s'aggravait du fait que l'interprétation devait amener à conclure à la Gymnospermie ou à l'Angiospermie de ce groupe. Ce furent, à ce sujet, des controverses prolongées et un peu oiseuses que motivait l'organisation très simplifiée de ces fleurs. Pour les uns, tels que Baillon et Payer, le cône de Pin, Sapin, etc., est composé de bractées alternes, en spirale, portant dans leur aisselle des écailles imbriquées qui seraient des axes épaissis et aplatis à la base desquels se développeraient de véritables ovaires. Strasburger admet dans son premier travail, en 1872, l'existence d'un tel ovaire renfermant un seul ovule orthotrope adhérant avec lui; pour les autres, depuis R. Brown jusqu'à van Tieghem, ces écailles sont des feuilles carpellaires étalées portant des ovules nus. Strasburger, dans son mémoire de 1879, arrive aussi à considérer comme un simple ovule ce qu'il avait pris d'abord pour un ovaire.

Origine des tissus

Strasburger n'étudie pas seulement à cette époque (1782) la morphologie de la fleur des Conifères, il aborde aussi l'étude de l'origine et de la différenciation de leurs tissus. Il montre que la différenciation du méristème, au point végétatif, de la racine des Gymnospermes diffère par plusieurs particularités importantes des types alors connus chez les Angiospermes : il existe un cylindre plérome, distinct et bien défini, montrant un petit groupe de cellules initiales à son sommet et entouré d'une sorte de manteau de couches assez régulières et continues, manteau ayant apparemment son propre groupe de cellules initiales. Il n'existe pas de couche dermatogène ou calyptrogène différenciée et la coiffe provient simplement des couches les plus externes et les plus lâches du périblème.

Le méristème du sommet de la tige varie beaucoup chez ces plantes : il y a trois groupes d'initiales qui donnent des couches reconnaissables, dès le sommet, chez les Araucariées, plus bas chez les Abiétinées. Il confirme les conclusions de Cramer sur l'identité de structure des Gymnospermes et des Lycopodiacées en ce qui concerne le méristème apical.

Comme on le voit, Strasburger avait fait sienne la théorie des histogènes différenciées : dermatogène, périblème et plérome, théorie établie par Hanstein (1868), et qui fit l'objet de sévères critiques de de Bary (1877); elle a pris cependant une très grande importance à la suite des belles publications de van Tieghem et Douliot (1889, 1890), venant s'ajouter aux travaux de Janczewski (1874), Eriksson (1878), Flahault (1878), L. Olivier (1881), etc.

La division cellulaire

Les matériaux employés par Strasburger pour ses études sur les Gymnospermes, les faits qu'il mit en évidence, particulièrement par l'étude de la fécondation chez les fleurs de ce groupe, dirigèrent son attention sur l'étude de la structure intime de la cellule et sur les phénomènes qui s'y passent. Ce fait a une grande signification au point de vue de la carrière du savant et plus encore pour le progrès de la Botanique tout entière, puisqu'il marque le début de ses recherches cytologiques si importantes, si laborieusement poursuivies, qui contribuèrent pour une si large part à fonder la Botanique moderne. Celle-ci tire, en effet, ses bases scientifiques des faits qui se passent dans la cellule même, faits dont on ose actuellement aborder l'étude.

Dans ses premières recherches sur les Gymnospermes, Strasburger avait observé qu'on ne trouve pas à la base de l'oosphère fécondée, ou cellule-œuf, un noyau en forme d'ampoule arrondie, mais bien un noyau présentant l'aspect d'un fuseau. Il ne pouvait échapper à sa perspicacité que ce fait eût une importante signification : l'étude des Gymnospermes fut, dès lors, écartée et celle de la cellule et du noyau cellulaire entreprise avec toute la puissante énergie dont il était capable. Après un an de travail, parut le livre fondamental intitulé : *Ueber Zellbildung und Zelltheilung* (1875).

Le principal résultat énoncé dans ce livre, qui fit époque dans la science, eut trois éditions et a été traduit en langue française, fut la démonstration de la permanence du noyau qui se divise en même temps que la cellule, après avoir pris une forme en fuseau.

Pour bien se rendre compte du mérite de cette découverte et de son immense signification, il faut se reporter aux connaissances qui avaient cours à l'époque où elle fut publiée : On avait alors sur la division cellulaire des idées fondées sur l'hypothèse bien plutôt que sur l'observation — alors trop difficile — de faits réels. On admettait, en effet, que le noyau naît du protoplasma, par une sorte de précipitation ou d'épaississement des parties les plus riches en albuminoïdes ; quand la cellule est assez petite il ne se produit qu'un seul noyau, mais si elle est assez grande il peut s'en former plusieurs ; c'est ainsi que se constituent les cellules à noyaux multiples dont on connaît en effet des exemples, comme dans le sac embryonnaire ou l'albumen au début de sa formation. Le noyau cellulaire, pensait-on encore, n'est qu'un éphémère produit d'épaississement du protoplasma, car il peut se dissoudre à nouveau dans celui-ci ; pendant chaque division cellulaire il se dissout en effet pour se reformer après la production de la cloison transversale qui séparera les deux cellules-filles.

Strasburger démontra, qu'au contraire, au moment de la division cellulaire le noyau n'est pas dissout mais subsiste, sans aucun doute, sous la forme du fuseau que l'on trouve à ce moment dans les cellules. Il décrit et figure les noyaux à ce stade en indiquant leur structure fibreuse et la formation à l'équateur d'une plaque nucléaire « Kernplatte » formée de masses granuleuses ou filamenteuses ; cette plaque se disjoint ultérieurement en deux moitiés qui s'éloignent progressivement l'une de l'autre en gagnant chacune un des pôles du fuseau. Dans le milieu du fuseau naît bientôt une autre plaque qui deviendra finalement la paroi transversale de la cellule-mère qui s'est ainsi partagée en deux cellules-filles.

Le zoologiste Schneider (*Unters. u. Plathelminthen...*, 1873, p. 113) avait déjà décrit et figuré un mode particulier de division du noyau, qui n'est autre que la division indirecte. Strasburger lui-même (*Die Ontogénie*, 1907, p. 5) tient à ce que soit attribuée à ce naturaliste, dans l'histoire de la Cytologie, la place honorable qu'il mérite. A une époque très voisine de celle où Strasburger publiait ses premiers travaux sur la division cellulaire, Flemming découvrait chez les animaux un mode de division semblable. A ces deux noms, il convient d'ajouter ceux de Ed. van Beneden, Guignard, etc., grâce à qui les traits fondamentaux de ce phénomène furent rapidement établis et devinrent presque aussitôt classiques.

Küster fait remarquer que Strasburger dans son travail de doctorat, passé dix ans auparavant devant la Faculté d'Iéna, mentionne des observations sur la division cellulaire lesquelles font déjà formellement ressortir que, chez les Fougères, le noyau de la cellule en voie de division ne se dissout pas, mais se divise lui-même. D'autres questions intéressant l'étude de la cellule sont d'ailleurs également abordées dans ce travail.

La technique cytologique

Pour mettre en évidence des résultats aussi nouveaux, il avait fallu à Strasburger d'autres moyens d'observation que ceux avec lesquels ses prédécesseurs avaient été impuissants à reconnaître ce qui se passe, en réalité, au moment de la division de la cellule ; il eut l'idée, qui paraît bien simple aujourd'hui, d'appliquer à l'étude de la cellule végétale la technique que les zoologistes utilisaient depuis longtemps pour l'examen de la cellule animale ; mais on était sans doute à l'époque moins pénétré qu'aujourd'hui de l'unité de composition des êtres vivants, les savants des diverses spécialités des sciences biologiques vivaient encore plus à l'écart les uns des autres qu'actuellement ; toutes raisons pour lesquelles il est moins surprenant qu'on ne pourrait le croire, que la botanique ait autant tardé à profiter des découvertes de la zoologie.

Les prédécesseurs de Strasburger n'avaient jamais étudié la cellule autrement que vivante, Strasburger a le premier préconisé pour les végétaux, l'étude des matériaux morts, fixés, durcis par certains réactifs et devenus colorables électivement, dans ces conditions, par divers milieux colorants. C'est ainsi que Strasburger « fixait » ses matériaux par l'alcool ; on sait combien rapidement se sont perfectionnées, depuis, les méthodes de fixation, particulièrement à partir de l'époque (1879) où Flemming préconisa les acides picrique et chromique précédant la coloration à l'hématoxyline. Quoi qu'il en soit, il apporta ainsi, à la technique botanique, un puissant secours qui va dès lors permettre à la Cytologie de devenir une véritable science.

Cette technique est encore celle qu'on emploie couramment aujourd'hui, cependant les nouveaux progrès de l'observation ont déjà permis de reconnaître ce qu'elle a de barbare ; elle ne nous montre que le contenu coagulé et plus ou moins déformé de la cellule et les faits qu'elle nous livre sont toujours relatifs à ces déformations. La méthode de l'avenir, qui s'ébauche, met en œuvre les *colorations vitales*, à côté des colorations succédant à une *fixation*.

Les cellules à noyaux multiples

Malgré les grands progrès que le livre de Strasburger marquait pour la connaissance de la cellule, il renferme encore des erreurs nombreuses et d'inévitables compromissions avec les théories cellulaires de la vieille école. C'est ainsi, surtout, que Strasburger ne peut pas renoncer à la notion de ce qu'on désignait alors sous le nom de « formation libre des noyaux ». Dans les cas du sac embryonnaire des Phanérogames et des asques des Ascomycètes, Strasburger pensait encore que le protoplasma s'épaissit et peut former dans sa substance des noyaux cellulaires. Il maintient cette opinion dans la deuxième édition de son livre, parue un an après la première (1876); mais, dans la troisième (1880), la formation nucléaire libre est définitivement écartée : les noyaux multiples résultent bien d'une division de noyaux préexistants. La continuité dans le développement et la multiplication de la substance nucléaire est donc reconnue et, par suite, sont établies les bases sur lesquelles est édifiée aujourd'hui la science de la cellule.

Dans ses travaux ultérieurs, Strasburger a établi les détails des processus de caryocinèse chez les végétaux, parallèlement à ce que faisait Flemming pour les animaux avec des résultats généralement concordants. C'est Flemming qui, en 1880, reconnut la fission longitudinale des chromosomes au moment de la division du noyau.

« Les Angiospermes et les Gymnospermes »

En 1879 parut un autre grand ouvrage : *Die Angiospermen u. d. Gymnospermen*, qui surprit le monde scientifique par le nombre des observations, l'acuité de l'interprétation, l'habileté technique qu'il trahissait; habileté véritablement merveilleuse étant donné qu'à cette époque les instruments de précision qui donnent des séries de coupes minces, d'une façon automatique, n'étaient encore qu'à l'état de projets irréalisés. Déjà s'affirme l'habileté tout à fait remarquable de l'auteur à illustrer ses mémoires, leur adjoignant ainsi une documentation graphique de premier ordre. Pour le naturaliste, savoir illustrer son œuvre est une nécessité, le faire avec talent est sa coquetterie.

La membrane

A la suite de ses recherches sur la division de la cellule, l'attention de Strasburger fut retenue par l'étude de la membrane, et nous pouvons ranger sous trois titres les résultats de ses investigations : la formation de la membrane, son accroissement et enfin les communications protoplasmiques auxquelles elle livre passage.

a) Origine. — Comment se forme la paroi à la suite de la division caryocinétique ? Strasburger décrit cette formation dès 1882. Il admettait qu'il se produit, à la fin de la division, une plaque dans la zone médiane du fuseau, plaque constituée par des microsomes ou granules de nature protoplasmique qui se transformaient bientôt en cellulose. Cette explication n'était que provisoire, car elle ne tenait pas compte de ce qui se passe lorsque des cellules se disjoignent sous l'action de réactifs, comme cela se produit dans le cas de la macération de Schulze; cette réaction est efficace même avec les cellules très jeunes des points végétatifs. On sait comment M. Mangin a établi, par ses beaux travaux sur la composition de la membrane cellulaire, qu'il se constitue une première couche de pectates sur les surfaces de laquelle se déposent des lames successives d'un mélange de substances cellulosiques et pectiques.

b) ACCROISSEMENT. — La membrane une fois formée s'accroît. Comment s'effectue cet accroissement ? C'était là une question fort à l'ordre du jour à l'époque des premiers travaux de Strasburger sur la cellule. La théorie de l'intussusception de Nägeli régnait sans partage depuis plus de vingt ans. Pour ce savant, qui de 1850-1863 avait poursuivi de remarquables études sur la constitution des parois cellulaires, des graines d'amidon et autres corps organisés, l'accroissement de la membrane se fait par la pénétration d'eau entre les particules cristallines (*micelles*) dont elle est constituée, et l'accroissement en surface ou en épaisseur dépend de l'intercalation de nouvelles particules entre celles déjà existantes.

Strasburger élimine de sa conception les micelles hypothétiques. Il pense que les molécules sont reliées par des affinités plutôt chimiques que physiques, dans une charpente réticulaire, dans les mailles de laquelle l'eau est retenue par capillarité ou tension superficielle. Les additions de substance se font par *apposition* de nouvelles couches à la surface externe de telles parois, d'où résulte l'apparence striée ou lamellaire que l'on observe fréquemment dans la membrane. Cette hypothèse de l'apposition supplanta pour un temps celle de l'intussusception, jusqu'à l'apparition, en 1886, d'une hypothèse nouvelle, due à Wiesner, laquelle conquis de nombreux partisans. Ce savant suggérait que la membrane est constituée d'un aggrégat de granules (*dermatosomes*) environnés chacun de protoplasma; elle est donc formée à la fois de substance vivante et de substance non vivante, aussi bien que d'eau. De nouveaux dermatosomes se déposent au sein du protoplasma occupant les intervalles des anciens. C'était un retour à la théorie de l'intussusception de Nâgeli, mais avec cette différence que la membrane y est considérée comme au moins partiellement vivante. De nouveau cette théorie reçut l'approbation presque générale, de plus, Pfeffer, en 1892, essaya de concilier les deux écoles en suggérant qu'aucune des hypothèses n'est universellement applicable, mais que la croissance peut se faire à la fois en surface et en épaisseur et que l'élasticité de la paroi durant l'accroissement en surface dépend d'une sorte de ramollissement de sa substance par le protoplasma.

Strasburger a graduellement modifié son opinion après la publication de *Bau und Wachsthum der Zellhaüte* (1882) où elle paraît pour la première fois. Dans son livre *Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen* (1891), il admet que le protoplasma peut parfois pénétrer dans la paroi et s'y modifier pour donner naissance à certains des produits qui s'y manifestent en dehors de la charpente normale. Il tend donc à reconnaître la réalité de l'intussusception à la façon dont la conçoit Wiesner, mais non l'infiltration de substance non vivante sur laquelle Nâgeli basait sa théorie.

c) COMMUNICATIONS PROTOPLASMIQUES. — Les études de Strasburger sur la membrane l'entraînèrent encore à aborder, dès 1882 (*Bau u. Wachsthum d. Zellhaüte*), et plus tard, en 1901 (*U. Plasmaverbindungen...*), la question des communications protoplasmiques entre cellules contiguës. L'existence de ces communications était presque insoupçonnée en 1860. La structure des tubes criblés avait été étudiée, il est vrai, en 1837, par Hartig et plus tard par von Mohl (1855) et Nâgeli (1861) qui en avaient décrit la physionomie générale; mais c'est seulement en 1864 que Hanstein établit qu'il existe de véritables perforations dans les parois dites « criblées ». Strasburger, en 1882, et indépendamment de lui, Russow, la même année, montrent la généralité des communications protoplasmiques s'établissant par des filaments de protoplasma allant de cellule à cellule au travers de pores existant dans les parois. Il y revient en 1901 et appelle ces communications des *plasmodesmes* afin de bien marquer que le corps tout entier des végétaux, même les plus élevés, atteignent, grâce à elles, à une remarquable unité morphologique. Pour lui, ce ne sont pas des filaments fusoriaux comme l'admettait Kiénitz-Gerloff, car on en trouve entre tissus d'origine différente; ces communications ne s'établissent qu'au cours de l'épaississement de la paroi; elles ne sont donc pas primitives. Au point de vue des fonctions de ces plasmodesmes, Strasburger pense, comme Pfeffer, Haberlandt, Olivier, Gardiner, Hill, etc., qu'ils servent à transmettre l'excitation, mais il ajoute, à la suite d'observations sur la germination du *Tamus*, qu'ils doivent avoir encore comme rôle de transporter et d'élaborer les aliments par transmission des diastases. D'après lui, l'union des plasmodesmes d'une cellule à une autre ne doit pas se faire par continuité, mais seulement par contact. Il déduit cette hypothèse, non d'une observation directe, irréalisable, mais bien de ce qui se passe entre les tissus du sujet et du greffon dans lesquels le protoplasma conserve son individualité. Ces conclusions ne paraissent pas pouvoir s'étendre aux champignons chez lesquels A. Meyer pense qu'il y a véritable communication avec migration protoplasmique se faisant non par perforation d'une membrane close, mais par la persistance d'ouvertures originelles.

Études sur l'appareil conducteur

En 1891, Strasburger publie son livre sur la structure et le fonctionnement des faisceaux conducteurs dans les plantes (*Ueber Bau*...). C'est là un véritable monument élevé à l'anatomie et à la physiologie des plantes. Ce travail, de plus d'un millier de pages, avec cinq grandes planches lithographiées, est une monographie des faisceaux conducteurs où se trouvent consignés l'historique des études qu'ils ont provoquées, l'exposé des faits acquis, admirablement coordonnés et critiqués et surtout d'innombrables observations personnelles. Cet ouvrage est un des plus considérables de la littérature botanique moderne, aussi ne saurions-nous prétendre à l'analyser : nous nous contenterons de dire quelques mots des observations qui concernent les Conifères au point de vue anatomique, et, pour ce qui a trait à la Physiologie, d'exposer l'essentiel des idées de l'auteur se rattachant au phénomène de l'ascension de la sève. Il faut cependant insister sur ce point que le travail en question renferme l'étude détaillée des faisceaux conducteurs dans tous les groupes végétaux où ils sont représentés.

a) Anatomie. — Tandis que, dans ses précédentes publications sur les Conifères, Strasburger s'était particulièrement attaché à la morphologie de l'appareil reproducteur et aux phénomènes intimes de la reproduction, il se consacre dans ce livre à l'étude des faits anatomiques de l'appareil conducteur. Il examine la répartition des ponctuations aréolées respectivement dans le bois et dans les rayons. Il découvre que des espaces intercellulaires contenant de l'air existent entre les éléments des rayons et que les cellules vivantes de ces derniers communiquent par des ponctuations avec ces espaces, lesquels, à leur tour, sont en continuité avec le système aérifère de l'écorce et ses lenticelles ; l'aération du bois interne est ainsi assurée. Il reconnaît encore des cellules spéciales, à contenu albuminoïde, dans les rayons médullaires du liber, et il montre que, par leur rôle, comme par leur structure, elles remplacent, chez les Gymnospermes, les cellules-compagnes des tubes criblés libériens des Angiospermes. Il fait ressortir que ces cellules sont en connexion avec le tissu foliaire, de la même façon que le tissu de transfusion constitue un tissu supplémentaire au xylème. Il constate, enfin, que le tube criblé des Gymnospermes ne possède pas une cloison transversale véritablement perforée ; cette cloison est simplement creusée de dépressions qui permettent bien le passage des substances dissoutes, par osmose, d'un segment à un autre, mais qui empêchent la continuité de la colonne de sève. Les vaisseaux libériens sont donc imparfaits chez les Gymnospermes comme le sont les vaisseaux ligneux.

b) PHYSIOLOGIE. — L'ASCENSION DE LA SÈVE. — Strasburger consacre un important chapitre à l'étude de l'intéressante question de l'ascension de la sève, il y expose ses vues et ses expériences personnelles. Deux théories étaient en présence : d'une part la théorie physique invoquant le fait de l'évaporation d'eau produite par la transpiration des feuilles (Sachs) et la capillarité (Boehm), d'autre part, la théorie d'une action vitale, celle de Westermaier, qui attribuait le principal rôle à l'action attractive, « endosmose », de cellules vivantes placées, dans le bois, au voisinage des vaisseaux. Il suppose que cette infiltration de l'eau des vaisseaux dans ces cellules est intermittente de telle façon que l'air et l'eau passeraient alternativement dans les vaisseaux, donnant des chaînes de Jamain. Ces cellules vivantes sont surtout le parenchyme du bois et les rayons médullaires. Cette opinion fut adoptée par beaucoup de botanistes, notamment par Schwendener.

Strasburger, lui, arrive à une opinion diamétralement opposée : ses expériences lui montrèrent, en effet, que la sève peut être élevée à des hauteurs plus grandes que la colonne barométrique au sein de tiges coupées, dans lesquelles les éléments vivants ont été tués. Il mortifiait les tissus, dans les tiges mises en expérience, soit en les soumettant à l'action de l'eau bouillante, soit par l'absorption de poisons. Il tuait ainsi les tissus sur des longueurs de tige atteignant souvent dix à douze mètres. Il constatait que, malgré ces traitements, l'eau continuait à traverser ces tiges et, cela, souvent sur une longueur de plusieurs mètres au delà de la région tuée. Aussi Strasburger suggère-t-il un retour à l'opinion que le phénomène est purement physique, mais il constate qu'aucune théorie basée sur elle, jusqu'en 1891, ne concorde bien avec les faits. Ces expériences et ces conclusions furent très vivement attaquées par les partisans d'une action prépondérante de cellules vivantes, notamment par Schwendener (1893) qui, entre autres objections, met en doute que les cellules fussent toutes tuées. Des controverses assez véhémentes sur ce sujet se prolongèrent longtemps encore.

La connaissance acquise par Strasburger au cours de ce travail, sur la structure du bois et le cheminement des liquides dans l'intérieur de ce tissu, le préparait admirablement à traiter la question pratique de l'imprégnation et de l'injection des bois ; c'est ce qu'il a fait d'une façon magistrale dans le chapitre : « Die Holzimprägnirung » qui clôt le livre. Et cela est un enseignement précieux nous montrant l'application déduite d'une étude scientifique approfondie ; que n'en est-il toujours ainsi ? Il est vrai que l'homme a pour excuse qu'il ne peut généralement attendre le dernier mot de la science pour parer aux nécessités pratiques de la vie ! Ce chapitre est d'autant plus à signaler que Strasburger, toujours placé à l'avant-garde des études scientifiques spéculatives, a eu bien rarement l'occasion d'aborder le domaine de la science appliquée.

Les alternances de générations. — L'homologie des phénomènes de reproduction dans les grands groupes végétaux

Un des grands résultats des recherches de Strasburger sur les Fougères et sur les Gymnospermes, entreprises pendant la première partie de sa vie scientifique, fut d'apporter de nouveaux faits concernant les organes reproducteurs de ces plantes, faits qui viennent étayer les géniales généralisations de Hofmeister concernant les relations unissant entre eux les grands groupes végétaux. Il est nécessaire de dire quelques mots de celles-ci, car les vues de Hofmeister tiennent une place prépondérante dans la Botanique moderne qu'elles ont contribué à rénover.

Hofmeister, avec un esprit de généralisation admirable et une remarquable clairvoyance dans l'interprétation des faits, changea complètement les idées qui avaient cours concernant le développement des Phanérogames. Dans ses *Vergleichende Untersuchungen* (1851), préparés par divers mémoires antérieurs, il montra les relations qui rattachent les grands groupes du règne végétal et qui n'en font pas des éléments isolés, mais bien les anneaux d'une chaîne continue : le prothalle des Fougères devenait une plantule sexuée équivalente à la plante feuillée des Mousses qui porte aussi des organes sexués; cette plantule prothallienne retrouve encore son équivalent, fort réduit, il est vrai, dans l'endosperme du sac embryonnaire des Conifères; quant à la plante feuillée (asexuée ou sporifère) d'une Fougère, c'est l'homologue de la capsule (sorte de plantule asexuée sporifère) des Mousses et de la plante des Phanérogames, également asexuée et produisant des spores comme les organismes précédents : le grain de pollen ou microspore qui donnera en germant le tube pollinique ou prothalle mâle et le sac embryonnaire ou macrospore qui se développe en un prothalle femelle. Le phénomène d'alternance de générations existe donc chez les Phanérogames comme chez les autres grands groupes et dans des conditions analogues. Hofmeister avait même prédit la découverte des anthérozoïdes chez les Gymnospermes que Ikeno et Hirase devaient rendre effective en 1897. Dès lors se trouvaient établis la continuité et l'admirable unité du règne végétal. La mise en évidence de ces faits attribue certainement à Hofmeister la plus grande gloire dans l'histoire de la Botanique.

Bien des faits cependant restaient à découvrir dans cet ordre d'idées. A l'époque où écrivait Hofmeister, la technique était trop rudimentaire pour permettre de pousser un peu loin l'analyse des analogies des groupes de plantes dans l'ordre des phénomènes cytologiques se passant dans les organes reproducteurs. Fort heureusement, de nombreux élèves s'attachèrent à faire triompher sa doctrine. Parmi eux, il faut citer notre compatriote Millardet, qui fut son élève à Heidelberg et apporta sa contribution dans sa thèse de doctorat (1869) sur le Prothalle mâle des Cryptogames vasculaires, où il fit connaître aux lecteurs français, dans un style clair et précis, les idées que le maître avait exposé dans une langue assez confuse et obscure (1).

Mais ce fut surtout Strasburger qui, dans la suite de ses travaux sur les Cryptogames vasculaires et sur les Gymnospermes, s'avança le plus loin dans la voie qu'avait tracée Hofmeister. Il montre, avec l'appui d'une étude anatomique délicate, que l'histoire du développement d'un ovule de Conifère, et en particulier les phénomènes qui précèdent la formation de l'oosphère et la fécondation, peuvent être comparés sans la moindre contrainte avec les phénomènes correspondants chez les Cryptogames. Après la preuve de cette continuité, la parenté de ces deux grands groupes ne pouvait plus être mise en doute.

Strasburger poursuivit la comparaison de la reproduction des Cryptogames vasculaires avec les Angiospermes. La cellule-mère du sac embryonnaire est encore là une cellule-mère de spores se développant en une seule macrospore qui devient le sac embryonnaire, homologue du prothalle. Dans celui-ci se trouve une partie végétative et une partie sexuelle, la sexualité de l'oosphère est certaine, mais les archégones des Fougères et des Gymnospermes sont réduits chez les Angiospermes à un seul, que représente tout entier l'oosphère.

L'hypothèse du prothalle des Angiospermes fut complétée par l'hypothèse que son développement est arrêté au stade que nous venons de décrire et qu'il reprend après la fécondation de l'oosphère sous l'influence du stimulus qui en résulte. C'est ainsi que se produit l'albumen par multiplication de la cellule secondaire du sac qui résulte elle-même de la fusion des noyaux polaires. On sait que la découverte de la double fécondation par Nawaschin et Guignard est venue préciser la nature de ce stimulus en l'attribuant à un des deux noyaux générateurs du tube pollinique et marquer, d'autre part, l'individualité de l'albumen et son autonomie vis-à-vis de l'œuf; individualité qu'avait déjà soupçonnée Le Monnier en 1867. Parallèlement à l'étude des homologies du sac embryonnaire et du prothalle, Strasburger est arrivé à élucider la nature exacte des homologies du tube pollinique et de son contenu. Déjà Millardet et Pfeffer avait montré qu'on peut reconnaître dans les grains de pollen des Gymnospermes les indications d'un prothalle mâle et d'anthéridies quand on compare ce pollen aux microspores des Sélaginelles et des Isoètes; mais ils ignoraient la nature de l'agent fertilisant. Sachs, dans son *Lehrbuch* (1^{re} édition), parle d'un « principe fertilisant » contenu dans le tube pollinique. Les deux noyaux que l'on observe dans le tube pollinique au début de sa germination furent d'abord observés par Hartig, en 1866, mais leur importance n'était pas reconnue. C'est Strasburger qui,dans son mémoire *Befruchtung und Zelltheilung* (1877), provoque les premiers progrès réels de la science dans cette voie : il discute la valeur du tube pollinique et de ses noyaux et montre que les microspores des Angiospermes peuvent être comparées à celles des Cryptogames vasculaires, dans leurs détails, au point de vue de leur contenu. Il attribuait, par erreur, dans ce travail, au noyau végétatif la fonction sexuelle, tandis que le vrai noyau reproducteur avortait et disparaissait bientôt; mais, dans son mémoire de 1884, il rétablit les faits dans leur réalité. Il suggère encore, dans ce travail, que le tube pollinique des Angiospermes correspond seulement à l'anthéridie, le tissu prothallien s'étant progressivement réduit à travers la série des Ptéridophytes, pour se concentrer dans les quelques cellules du grain de pollen des Gymnospermes avant la prolifération du tube, cellules qui font elles-mêmes défaut chez les Angiospermes.

---

(1) Lire à ce sujet l'intéressante *Notice sur la vie et les travaux de Millardet*, par Gayon et Sauvageau. (*Mém. de la Soc. des Sciences phys. et nat. de Bordeaux*), t. III (6ᵉ série), 1903.

Le nombre des chromosomes dans le sporophyte et dans le gamétophyte; leur signification phylogénétique

On retrouve donc dans les divers embranchements (les Thallophytes restant hors de ce schéma) l'alternance de génération qui était connue seulement chez les Bryophytes et les Ptéridophytes. Strasburger aborda à nouveau plus tard (en 1893) cette question à la lumière des connaissances nouvelles résultant surtout de ses propres travaux sur les phénomènes cytologiques qui président à la maturation des éléments reproducteurs. Elles lui permirent de constater, entre le gamétophyte et le sporophyte, une différence de structure nucléaire existant entre le nombre de chromosomes des deux générations. Le nombre des chromosomes de la génération sexuée est la moitié de celui de la phase asexuée. Strasburger a proposé de désigner ces deux phases respectivement par les termes de « génération haploïde » (gamétophyte) et de « génération diploïde » (sporophyte) que M. Vuillemin abrège avec juste raison au moyen des mots « haplophase » et « diplophase ».

Strasburger établissait que la différence entre le sporophyte et le gamétophyte est fondamentale parce qu'elle est vraisemblablement phylogénétique; la division de réduction qui se produit dans les cellules-mères des spores implique, en effet, un retour à la génération originelle; celle-ci, après avoir atteint à la génération sexuée, a développé un rejeton ayant un nombre double de chromosomes. Braun, Celakowsky, par exemple, avaient déjà émis l'idée que le gamétophyte est la forme originelle de la plante et le sporophyte un état qui s'est graduellement interposé entre deux générations sexuelles successives, le mérite de Strasburger et son originalité est d'avoir confirmé ces vues par l'étude de la structure nucléaire.

Les phénomènes de maturation du sac embryonnaire

C'est entre 1877 et 1882 que Strasburger (1877 et 1879), avec Warming (1878), Vesque (1878 et 1879), M. Ward (1880), Treub et Mellinck (1880) et surtout Guignard (1882), révèle les phénomènes qui président au développement, à la maturation, du sac embryonnaire. Antérieurement à ces botanistes, on supposait qu'il était produit par le simple élargissement d'une cellule du nucelle, tandis qu'il résulte du cloisonnement d'une cellule sous-épidermique de celui-ci. Strasburger fit ses premières études à ce sujet en 1877 (*Ueber Befruchtung und Zelltheilung*), avec l'*Orchis pallens* dont les ovules se prêtent particulièrement bien à l'observation. Il établit les faits essentiels de la maturation du sac embryonnaire tels que nous les connaissons aujourd'hui : le noyau du sac se divise en deux nouveaux noyaux égaux qui se rendent aux deux extrémités. Chacun d'eux se divise à son tour et cela une fois encore, de sorte que, finalement, à la suite de trois bipartitions successives, le sac embryonnaire contient huit noyaux : quatre dans la région micropylaire et quatre dans la région chalazienne. Ces divisions s'opèrent dans des plans déterminés. Trois des noyaux de la région supérieure deviennent l'appareil sexuel composé de l'oosphère et des synergides, trois des noyaux inférieurs deviennent l'appareil antipode. Le quatrième noyau d'en haut et le quatrième noyau d'en bas cheminent l'un vers l'autre et se fusionnent vers le milieu du sac pour en constituer le noyau propre.

La sexualité : la fécondation et le rôle de la fusion nucléaire

Une des œuvres les plus considérables des premières années de Strasburger à Bonn, et de toute sa carrière, fut celle de ses études sur la sexualité.

Il approfondit alors l'étude de cette grande question qui, depuis longtemps, le préoccupait. Déjà comme *Privatdocent* à Varsovie, il s'était attaché à ce sujet : il avait observé, plus exactement que cela n'avait été fait avant lui, le développement des organes femelles sur des prothalles de Fougères ; il avait assisté à la sortie des spermatozoïdes des organes mâles, à leur pénétration dans l'archégone et à leur cheminement jusqu'à l'oosphère ; en 1877 (*Bot. Zeit.*) il crée le mot de *Gamète* pour les cellules copulant de l'*Acetabularia*. Plus tard, c'est le phénomène de la fécondation chez les Gymnospermes dont il poursuit l'étude le plus loin possible, mais son mémoire véritablement significatif au sujet de la sexualité est celui qu'il publie en 1884 (*Ueber den Befruchtungsvorgang...* et *Neue Untersuchungen...*).

Grâce aux recherches antérieures, et aux siennes en particulier, l'évolution des éléments sexuels, avant et après la fécondation était connue, mais un point des plus intéressants restait obscur : comment s'opère la fécondation elle-même, de quels phénomènes intimes résulte-t-elle ?

On en avait une idée confuse. On avait bien observé la fusion des cellules sexuelles et Pringsheim, le maître de Strasburger, eut le mérite, par ses observations sur une algue verte (*Œdogonium*) d'avoir éclairé la manière d'être de la sexualité consistant dans le mélange de deux cellules spécialisées, mais on n'avait pas une idée nette de ce que pouvait être la substance fertilisante. Sachs, dans son *Lehrbuch* (1874), dit que la fécondation résulte de l'union d'une substance fertilisante d'une cellule mâle avec le protoplasma d'une cellule femelle. La pénétration du tube pollinique dans le sac embryonnaire n'ayant pas été vue, sauf chez les Canna, Sachs suggère que chez les Phanérogames il se produit une union par diffusion d'une certaine substance contenue dans le tube pollinique avec la cellule germe et que le contact du tube avec le sommet du sac embryonnaire est suffisant pour sa transmission. Le rôle joué par les noyaux des cellules sexuelles fut observé d'abord par Schmitz, en étudiant les cellules en conjugaison du Spirogyra (1879), ma ce fut Strasburger qui découvrit leur fusion chez les Angiospermes, en 1884, après avoir établi que le tube pollinique arrive à s'ouvrir vers son extrémité pour mélanger les noyaux qu'il renferme avec le noyau de la cellule-œuf. Il est revenu ultérieurement sur ce sujet et il a montré, grâce au secours d'une microtechnique plus perfectionnée, qu'un seul des noyaux du tube pollinique pénètre dans l'oosphère. Dès 1888, Strasburger soupçonnait la parité des segments chromatiques dans les noyaux mâles et femelles au moment de la fécondation; Guignard (1889) la démontra directement dans le noyau de l'œuf : dans le *Fritillaria meleagris* il y a vingt-quatre segments chromatiques dans l'œuf et douze dans chacun des noyaux mâle et femelle; dans l'*Alstrœmeria psittacina* il y a seize segments chromatiques dans le noyau de l'œuf et huit dans chacun des noyaux mâle et femelle, etc.

Strasburger admet bientôt la constance et la permanence du nombre des chromosomes et leur attribue exclusivement le rôle actif dans la transmission des caractères d'une génération à l'autre; pour lui, le véritable substratum de l'hérédité c'est le noyau et le protoplasma n'est pas directement intéressé dans la sexualité. Il s'appuie notamment sur ce fait que les descendants des hybrides n'héritent pas seulement des caractères de la mère, mais aussi de ceux du père, il est même des hybrides qui ressemblent complètement à la plante qui a fourni le pollen. Dans ce cas, en effet, le noyau mâle, dépourvu de protoplasma, suffit à faire prévaloir les caractères de la plante dont il provient. Il se fonde encore sur l'observation suivante : dans le tube pollinique des Angiospermes, les noyaux générateurs, en voie de migration, ne sont pas accompagnés d'un cytoplasma spécial et le protoplasme, au sein duquel ils cheminent, ne leur appartient pas en propre. Ce fait, qu'il signale, a également été noté dans de nombreux cas dont il donne la bibliographie. Le cytoplasme ne jouerait non plus aucun rôle dans le déterminisme du sexe. S'il en était autrement, les descendants des Angiospermes dioïques devraient être tous femelles puisque leur protoplasma provient uniquement de l'individu femelle (v. notamment : *Chromosomenzahlen...*, 1908). Cette opinion, très exclusive, n'est pas universellement admise; quelques botanistes ont d'abord attribué ce rôle aux centrosomes, mais, plus récemment, on n'a pas voulu séparer, à ce point de vue, le protoplasma du noyau; certains auteurs tendent même à attribuer au cytoplasma, et particulièrement aux chondriosomes, le principal rôle (Meves).

La double fécondation

On sait que la connaissance des phénomènes de la fécondation chez les Angiospermes a été complétée, ces dernières années, par la découverte de la double fécondation et de l'existence d'anthérozoïdes due à Nawaschine (1898, connue en France en 1899) et Guignard (1899), découverte qui est assurément la plus importante dont se soit enrichie la Botanique dans ces dernières années.

Strasburger ne devait pas manquer d'apporter à son tour sa propre contribution à un sujet touchant de si près ses études. Il observe, en 1900, la double fécondation *sur le vivant* dans les ovules du *Monotropa hypopytis*, c'était là le seul moyen de voir si les éléments mâles dépourvus de cils sont doués de mouvements propres; il ne reconnaît pas dans ce cas de mouvement locomoteur propre, mais un simple entraînement par des courants protoplasmiques existant dans l'intérieur du sac embryonnaire.

En ce qui concerne la signification physiologique de la fécondation de l'albumen, Strasburger admet qu'il y a là un simple stimulus provoquant la reprise du développement du prothalle un moment interrompu, une fécondation végétative. Cette opinion concorde avec celle de Guignard qui voit là une fausse fécondation ayant pour but l'accélération de la division du noyau secondaire du sac par association d'énergies et non une transmission de caractères héréditaires. Ce dernier rôle revient en propre et exclusivement à la « fécondation génératrice ».

La polyembryonie

A l'époque où Strasburger publiait ces importants résultats, il faisait connaître (1878) ses intéressantes observations concernant le phénomène de polyembryonie. La présence de plusieurs embryons dans un même ovule était déjà connue et des cas assez nombreux signalés, mais l'étude attentive de ce phénomène et de ses origines date seulement de ses premiers travaux (*Ueber Polyembryonie*, 1878).

Il recherche la raison d'être de ce phénomène dans l'examen du sac embryonnaire aux approches et au moment de la fécondation. Il a vu ainsi que, parfois, comme dans le *Cypripedium calceolus*, le *Gymnadenia conopea*, l'oosphère, unique à l'état normal, se dédouble parfois accidentellement avant la fécondation; mais ce n'est là qu'une exception assez rare. Dans les autres cas, au contraire, il n'y a qu'une seule oosphère et les embryons surnuméraires, ou soi-disant tels, ne sont que des *proliférations* du *tissu unicellulaire*, formées indépendamment de l'acte de la fécondation.

C'est à Strasburger, dit M. Guignard, qu'on doit d'avoir enfin fait la lumière sur ce sujet, très important par ses conséquences, et mis un terme aux longues discussions dont le *Cœlebogyne* avait de nouveau fourni le sujet dans les dernières années. Dans cette plante, le sac embryonnaire ne contient qu'une oosphère qui n'est pas fécondée et ne tarde pas à être résorbée. Alors on remarque au sommet du nucelle certaines cellules en voie de se diviser et de se multiplier plus rapidement que leurs voisines, en produisant des protubérances qui font saillie dans le sac embryonnaire dont elles refoulent et percent même la paroi. Le plus souvent une seule de ces protubérances arrive à l'état d'embryon parfait; mais parfois aussi plusieurs continuent leur développement et la graine devient polyembryonée.

Strasburger compare ces proliférations du nucelle à celles du prothalle de *Pteris cretica* et aux bulbilles qui prennent souvent naissance sur les feuilles de *Begonia*; ce sont, par conséquent, des bourgeonnements, des productions adventives. De nouveaux cas de polyembryonie furent étudiés bientôt après (1882), par Guignard chez certaines espèces de Légumineuses où les embryons, toujours au nombre de *trois*, proviennent l'un de l'oosphère, mais les deux autres des synergides déviées de leur fonction normale.

Action végétative du pollen

L'étude de la fécondation a suscité un autre problème fort intéressant, celui de la dissociation de l'action du pollen en une action végétative et en une action sexuelle. Cette action végétative est moins connue que l'action sexuelle : Hildebrand le premier, en 1863, a montré que le pollen exerçait sur le pistil une double influence, l'une végétative qui se traduit par le grossissement des ovaires et des ovules, et l'autre, l'influence sexuelle, qui est le propre de la fécondation; ses observations portèrent sur les Orchidées; Guignard les étendit en 1886. Treub (1883) nous apprit que cette action végétative du pollen n'est pas une action spécifique, comme le montre sa découverte de l'influence des larves d'insectes sur le développement des ovules des fleurs d'une Orchidée, le *Liparis latifolia*; enfin, Strasburger, 1886 (*U. fremdartige Bestäubung*), lui-même, reconnaît expérimentalement que le pollen étranger exerce aussi une influence, une excitation végétative sur une fleur déterminée, excitation qui va jusqu'à provoquer les premiers développements du péricarpe et la formation des téguments de l'ovule.

Parthénogénèse et Apogamie

D'autres questions connexes à celle de la sexualité attirèrent l'attention de Strasburger, notamment celles de la parthénogénèse et de l'apogamie (1904). Il a insisté sur les différences qui séparent ces deux phénomènes et il a établi que l'on prenait souvent pour de la parthénogénèse ce qui n'est en réalité que de l'apogamie. La parthénogénèse est la production d'un embryon par une cellule-œuf véritable, c'est-à-dire présentant le nombre réduit des chromosomes, non fécondée, par conséquent sans addition d'un noyau mâle; dans l'apogamie il s'agit seulement de cellules végétatives qui continuent leur croissance; il a recherché, dans cet ordre d'idée, si le cas de l'*Alchemilla*, étudié par Murbeck, essort à l'un ou à l'autre phénomène. Il a constaté qu'au cours du développement une ou plusieurs cellules-mères primordiales du sac embryonnaire se transforment normalement en cellules-mères, dont le noyau subit la division hétérotypique jusqu'au stade *synapsis* seulement. Ces cellules-mères deviennent alors végétatives : au stade synapsis succède une division typique, c'est-à-dire sans réduction. Les cellules-mères primordiales ne donnent donc pas d'*éléments sexuels*; ce sont simplement des cellules végétatives qui vont poursuivre leur développement. Il s'agit par conséquent d'apogamie.

Strasburger est revenu plusieurs fois aux questions de la parthénogénèse et de l'apogamie dont l'étude du nombre des chromosomes et de la réduction chromatique lui a permis de pousser plus loin l'analyse; elles font même l'objet d'un de ses derniers mémoires : *Chromosomenzahl*, 1910, sur les Thyméléacées apogames, l'*Œnothera gigas*, et autres êtres vivants, chez lesquels, par suite d'une sorte de mutation de l'espèce, le nombre des chromosomes paraît avoir doublé par scission transversale ou longitudinale. Il tire des conclusions de ces faits pour expliquer l'ovapogamie.

« Hybrides de greffe » et chimères

Parmi les questions se rattachant à l'hérédité, une des plus curieuses est celle dite des « hybrides de greffe ». Elle devait solliciter l'attention de Strasburger qui entreprit d'abord l'étude du cas célèbre constituant le *Cytisus Adami*. Cet arbuste, issu de *Cytisus laburnum* et de *Cytisus purpureus*, possède des fleurs panachées rouges et pourpres et certains rameaux sont entièrement à fleurs jaunes ou à fleurs pourpres. Suivant l'histoire, le jardinier Adam aurait obtenu cette plante (1830) de la greffe des deux espèces ci-dessus. Mais ce fait a été vivement contesté, car une telle influence réciproque du sujet et du greffon est quelque chose de contraire à ce qui se passe généralement, le sujet et le greffon conservant leur individualité. Aussi, pour beaucoup de botanistes, ce n'est point là un hybride de greffe mais bien un *hybride sexuel*, né d'un croisement qui aurait passé inaperçu et aurait accidentellement réussi. Cette explication suscite pourtant à son tour de sérieuses objections : les hybrides d'espèces ne donnent pas habituellement des produits ayant de tels caractères, on a les caractères de l'un ou de l'autre parent et les étamines sont stériles; le *Cytisus Adami* ressemble, au contraire, aux deux parents et la stérilité résulte de l'avortement des ovules. La question est donc des plus litigieuses. Strasburger cherche à la résoudre à l'aide de l'histologie. En 1884 (*Archiv. f. mik. Anat.*), il cherche à justifier l'hypothèse « hybride de greffe » en supposant qu'il se fait au niveau du col une conjugaison des cellules végétatives; mais, en 1905, il reconnaît que le nombre des chromosomes est de 48 chez l'*Adami*, comme chez les deux parents, ce qui est contraire à l'hypothèse d'hybride de greffe; il se rattache alors à celle d'hybride sexuel et il suppose que, dans les noyaux du *Cytisus Adami*, les chromosomes des deux parents s'équilibrent sous certaines influences et cet équilibre peut être rompu soit en faveur de *Cytisus purpureus*, soit en faveur de *C. laburnum*. Il y avait là quelque chose d'analogue à ce qui se passe chez les plantes monoïques ou polygames chez lesquelles le même individu, à côté des fleurs mâles et des fleurs femelles, porte aussi, parfois, des fleurs hermaphrodites.

Quant au fait de la stérilité des ovules et, au contraire, de la fertilité des étamines, il l'explique par l'histologie qui montre que des empêchements secondaires ne permettent pas aux premiers d'être fertiles, tandis que le pollen peut évoluer librement.

Strasburger revient, en 1909, à la question des hybrides de greffe et exprime l'opinion que ces soi-disant hybrides sont des chimères spéciales des deux espèces qui constituent l'association. Les deux sortes de cellules embryonnaires sont en contact si intime dans leur sommet végétatif qu'elles s'influencent réciproquement au point de produire des bourgeons semblables à des hybrides. Ces bourgeons, nés aux dépens d'une chimère, sont des hyperchimères.

Les cellules sexuelles ; leurs cinéses de maturation et la réduction chromatique

Nous avons dit comment l'attention de Strasburger avait été attirée de bonne heure sur le noyau de la cellule chez lequel l'observation de la division cellulaire lui avait appris à reconnaître les phénomènes que Schleicher appelait phénomène de « karyokinèse ». C'est de Iéna que datent ses grands travaux de 1875 et 1878. Il continue par la suite l'étude de la structure cellulaire, particulièrement celle du noyau considérée comme base de la Cytologie à notre époque.

Bien des questions restaient à élucider, par exemple, celle de l'origine du fuseau, qui divisait l'opinion des cytologistes. Strasburger croit que c'est le nucléole qui en fournit la substance en émigrant dans le cytoplasma pendant la mitose pour gagner l'intérieur des nouveaux noyaux après la division. Cela est vrai dans certains cas, mais se trouve en défaut dans d'autres ; c'est ainsi que chez les Pézizes, Harper a vu se former le fuseau dans le noyau indépendamment du nucléole qui reste tout le temps visible. Strasburger se rangea plus tard à l'opinion de Guignard et de la majorité des botanistes pour qui les filaments du fuseau sont d'origine cytoplasmique et non pas intra-nucléaire.

Strasburger distingue d'ailleurs dans le cytoplasma deux éléments :

1° Le *kinoplasma* ou *cytoplasma formateur* (*archoplasma* de Boveri), qui préside aux phénomènes dynamiques de la caryocinèse, forme les filaments du fuseau, et se trouve lui-même sous la dépendance des centres cinétiques, (sphères attractives et centrosomes), d'autant mieux caractérisés que le cytoplasma est plus pauvre en kinoplasma, comme c'est le cas des plantes inférieures. Chez les plantes supérieures, le kinoplasma étant plus abondant, et son action s'exerçant même à l'état diffus, leur existence est moins utile, ce qui permet de concevoir la rareté de centrosomes bien différenciés chez les plantes supérieures, rareté dont nous parlerons un peu plus loin.

2° Le trophoplasma ou cytoplasma nutritif qui constitue le reste du cytoplasma et doit son nom à son rôle dominant.

C'est ensuite la question du nombre des chromosomes : Guignard avait observé que dans le Lis il y a douze chromosomes (1) et que le fuseau est constitué par un ensemble de douze faisceaux de fibres achromatiques. Strasburger confirme ces données et ajoute que ces faisceaux servent au transport de chacune des moitiés d'un chromosome qu'ils entraînent par leur contraction aux pôles de la division.

Strasburger a toujours défendu la théorie de l'individualité des chromosomes, bien que des objections aient déjà été suscitées. C'est ainsi qu'on savait, depuis les recherches de Guignard sur le Lis Martagon, que le noyau primaire du sac embryonnaire donne naissance, par division hétérotypique, à deux nouveaux noyaux dont l'inférieur, au lieu de posséder douze chromosomes, c'est-à-dire la moitié du nombre de ceux que contiennent les cellules somatiques, en présente, seize, vingt, vingt-quatre, et parfois davantage. A la suite des observations qu'il entreprit à son tour sur la même plante (1908), Strasburger arrive à conclure que ce phénomène, qui ne se produit pas dans les premiers boutons de l'inflorescence, est dû, dans les autres, à une scission longitudinale supplémentaire de certains chromosomes à la suite d'une nutrition exagérée provoquant une augmentation de la substance chromatique du noyau inférieur. Mais cette scission supplémentaire est indépendante de celle que l'on observe dans la division homœotypique suivante.

---

(1) Il est intéressant de signaler que, si la fixité du nombre des chromosomes est généralement considérée comme absolue par les zoologistes, Guignard, dès 1891, a bien spécifié qu'il n'avait donné « le nombre des chromosomes comme constant que dans les cellules reproductrices ayant subi la réduction. Le nombre des chromosomes dans les autres cellules du sac embryonnaire et dans les cellules végétatives n'est pas forcément le double du nombre réduit des cellules reproductrices. » (In *Arch. d'Anatomie microscopique*, t. II, 1898 : Le développement du pollen et la réduction chromatique du *Naias major*).

La question des centrosomes fut des plus vivement discutée : découverts comme compagnons inséparables des noyaux dans les cellules animales par Fol et van Beneden, en 1873 et 1876, leur présence chez les plantes était encore inconnue en 1891 et 1892, lorsque Guignard signala leur existence dans le tissu sporogène du *Lilium Martagon*; Farmer les retrouve chez les Hépatiques, mais il pense qu'on « doit être très réservé sur la question de savoir si les centrosomes sont ou non des formations durables de la cellule ». Strasburger, qui les avait observé chez des Muscinées (*Pellia*) et des Thallophytes (*Fucus*), loin de nier leur existence chez les plantes supérieures, comme Farmer l'avait prétendu, croit que les centrosomes existent vraisemblablement partout, mais ne sont pas toujours apparent , car ils ne peuvent être distingués d'autres enclaves du cytoplasma que quand ils sont entourés d'une formation spéciale soit, par exemple, d'une irradiation astériforme (ce sont ses « astrocentres »). Il donne, d'autre part (comme nous le disons p. 448), une explication de la plus grande fréquence, ou, du moins, du plus grand développement des centrosomes chez les plantes inférieures (1895).

Il devait être conduit, par la suite naturelle de ses études, à aborder la question des *divisions de réduction*. Ce phénomène avait été observé déjà en 1883, puis, en 1887, par van Beneden dans les cellules germes de l'*Ascaris*; Overton (1893), étudiant l'endosperme de *Ceratozamia*, et Dixon, la même année, observant le nombre réduit des chromosomes dans l'endosperme de *Pinus*, l'avaient constaté chez les plantes; mais c'est à Strasburger (1888) et à Guignard (1891) qu'appartient le mérite d'avoir établi la grande généralité de ce fait que les noyaux d'un gamétophyte donné comportent seulement la moitié du nombre des chromosomes qui caractérise le sporophyte. Strasburger a bien fait ressortir le but de cette réduction, grâce à laquelle le nombre des chromosomes ne devient pas double à chaque fécondation.

Nous voyons ainsi l'utilité du phénomène mais non pas sa cause et, dire que les choses ne se passent ainsi que pour éviter l'accroissement indéfini du nombre des chromosomes, revient à invoquer un argument téléologique. Il faut donc rechercher *la cause* du phénomène. Strasburger la trouve dans la phylogénie. Il admet, et cela paraît évident, que la génération asexuée a dû précéder la génération sexuée et que, par conséquent, le nombre des chromosomes caractéristique d'une espèce avant l'apparition de la génération sexuée, s'est doublé le jour où celle-ci est intervenue. Il en résulte que le nombre des chromosomes ancestral, et par conséquent typique, est celui que présentent les cellules sexuelles *mûres* et c'est ce nombre doublé que présentent les cellules somatiques. C'était l'inverse qu'on admettait en général. Cette nouvelle manière de voir permet de concevoir la réduction chromatique comme un retour au stade phylogénétique se produisant à un moment donné de l'ontogénèse (1894, *U. periodische Reduction*).

Tous les botanistes ont admis qu'il y avait ainsi une réduction *numérique*; mais deux opinions se sont bientôt trouvées en présence : pour les uns la réduction était simplement *équationnelle* parce que les chromosomes se séparant par divisions longitudinales ne pouvaient donner que des moitiés absolument identiques; pour les autres, il y aurait, en plus de la réduction numérique, une réduction *qualitative*. Celle-ci se produirait à la deuxième mitose de maturation des éléments sexuels par une division *transversale* des chromosomes et, si l'on admet l'hypothèse de Weismann, dont se réclament les partisans de cette réduction, les *ides* (qui sont pour Strasburger les *microsomes*) plus ou moins différents étant répartis le long des chromosomes, la division transversale d'un chromosome séparera bien, en effet, deux moitiés qualitativement distinctes. Comme on le voit déjà, les recherches cytologiques s'orientent dès lors sur un terrain où les considérations métaphysiques suppléent un peu trop aux indications qui découlent des faits. La structure cellulaire, et particulièrement nucléaire, ne nous laisse surprendre que peu de ses secrets, mais c'est cependant sur elle qu'il faut en fin de compte asseoir toutes les explications de l'hérédité, du mendélisme, etc. Aussi les chercheurs, séduits par l'importance et la beauté des problemes à résoudre, se sont-ils peut-être un peu rapidement lancés à édifier un trop vaste edifice sur des fondations rares et par trop incompletes. Mais il ne faut voir là qu'une tendance naturelle du génie humain que l'enthousiasme entraîne et, quel que soit le déchet des recherches poursuivies pendant plus de vingt années sur la réduction chromatique et ses conséquences, il ne faudra pas oublier qu'elles ont servi à édifier toute la cytologie moderne et admirablement préparé, par un travail intensif, une élaboration, peut-être meilleure, d'une connaissance plus approfondie des faits.

Nous voyons Strasburger changer plusieurs fois d'opinion au point de vue de la valeur des cinèses de maturation : il nie (1888, 1895, 1900) et admet (1897) tour à tour l'existence d'une division réductionnelle (autrement dit qualitative).

En 1900, il se rangeait à l'opinion et établissait un schéma d'après lesquels il ne saurait être question de réduction qualitative; c'était également l'opinion de Guignard, de Grégoire (1899) et de la majorité des botanistes.

Mais, en 1903, paraît un important mémoire de Farmer et Moore qui donnait à la première division, ou division hétérotypique, une interprétation toute nouvelle. A la prophase de la division hétérotypique il se produit une soudure des chromosomes deux à deux, le chromosome hétérotypique est donc bivalent. Les deux valences seront libérées à la division par une scission transversale, il y a donc là réduction qualitative, elle coïncide avec la division hétérotypique et non avec la division homœotypique, comme le croyaient antérieurement les partisans d'une réduction qualitative.

Cette découverte du rapprochement ou accouplement des chromosomes deux à deux à la prophase, ou, pour être plus précis, au stade que Moore a appelé *synapsis* (1895), a fait l'objet d'études très attentives de Strasburger. Déjà en 1882 (*Archiv. f. mikcr. Anal.*) il avait observé et figuré ce stade dans les cellules-mères du ***Fritillaria persica***; ultérieurement c'est lui qui a le plus insisté sur ce stade qu'il considérait comme l'étape la plus importante de la division hétérotypique, parce que c'est à ce moment que les supports héréditaires des caractères paternels et maternels se cherchent et s'accouplent temporairement pour se disjoindre ensuite. On saisit toute la portée et tout l'intérêt de cette hypothèse de la conjugaison de deux chromosomes au stade synapsis au point de vue de l'explication des lois de Mendel. La réduction qualitative est un postulat sans lequel ces mêmes lois se concevraient difficilement, ce qui explique l'engouement subit des botanistes pour la division réductionnelle. Strasburger ne croit pas toutefois, comme les zoologistes, que les chromosomes parentaux, préformés et nettement séparés, se rapprochent dans le stade synapsis. Comme il l'a constaté dans les cellules-mères polliniques du *Thalictrum purpurascens*, ce sont les granules chromatiques des chromosomes correspondants qui s'assemblent en forme de petites masses autour de certains centres; pour que cet assemblage soit facilité, Strasburger pense même que les granules de chromatine abandonnent le réseau de linine. Comme le nombre de ces centres de réunion correspond au nombre réduit des chromosomes, il est naturel d'admettre que les chromatines d'un chromosome paternel et celles d'un chromosome maternel se sont accouplées autour d'un centre commun.

Les corps résultant de cet accouplement se disposent avec l'aide de la linine en un filament pelotonné — c'est le stade spirème lâche qui clôt la phase synapsis.

Au stade suivant s'effectue un clivage longitudinal qui doit être considéré comme une séparation des éléments accouplés au stade synapsis, il y a ensuite fragmentation du filament double en fragments dont le nombre correspond au nombre réduit des chromosomes.

En résumé, la réduction chromatique, telle que Strasburger l'admettait dans ses dernières recherches, répond au schéma suivant : Les chromosomes hétérotypiques sont doubles, bivalents et chacun des deux chromosomes univalents qui les constituent est lui-même formé par deux moitiés longitudinales représentant l'une la chromatine maternelle, l'autre la chromatine paternelle accouplées pendant le stade synapsis. La première division, ou division hétérotypique, est une division transversale et, par conséquent *réductionnelle*, la deuxième division ou division homœotypique est une division longitudinale et par conséquent *équationnelle.*

Ce schéma a-t-il conservé la préférence des histologistes ? Nous répondrons qu'il est encore à peu près entièrement admis ; cependant Grégoire, dans son grand travail de mise au point (*La Cellule*, t. XXVI, 1910), l'a un peu modifié : d'après lui la première division serait bien réductionnelle qualitativement, elle sépare aux deux pôles de la figure deux groupes de *n* chromosomes dont chacun équivaut à un chromosome somatique mais cette séparation ne se fait pas par une division transversale comme Strasburger le croyait.

Ces fluctuations d'opinion, non seulement chez les divers botanistes, mais encore chez un même botaniste aux diverses époques de ses recherches, démontrent bien ce que nous disions de l'extrême difficulté de ces études et ce qu'il y a d'illusoire à vouloir trop demander aux faits. Ces recherches passionnées ont toutefois fait grandement progresser nos connaissances sur la structure de la cellule et les faits du moins resteront si leur interprétation est appelée à varier encore. *(A suivre).*

LE SPOROPHYTE CHEZ LES HÉPATIQUES

Par M. Robert DOUIN

(Suite)

B. — Sporogones groupés

Dans les cas ci-dessus, un seul sporogone se développe sur l'archégoniophore; s'il s'en trouve plusieurs de fécondés, un seul s'accroît; les autres, après avoir subi un commencement de développement (Pl. 19, fig. 21), cessent de s'accroître et sont résorbés pour nourrir le premier.

Cependant on en trouve parfois deux très bien développés dans le même périanthe, mais le cas est tout à fait exceptionnel et anormal.

Dans les Marchantiées proprement dites, il y a toujours plusieurs archégones fécondés et se développant tous sur le même archégoniophore. Ne pouvant alors trouver place côte à côte sur cet espace restreint, l'archégoniophore se développe, s'agrandit inégalement, le sommet beaucoup plus que les bords, de façon à former une sorte de chapeau ou de capitule, dans lequel les archégones se trouvent peu à peu enfoncés par leur base. Il en résulte que, contrairement à l'assertion de Gayet [8], les archégones d'abord dressés voient leur base entraînée par le développement du capitule, pendant que le col de l'archégone conserve sa position première (Pl. 21, fig. 38 et 39). Plus tard, quand les sporogones sont beaucoup plus avancés, leur col flétri pend souvent de haut en bas.

Il me reste à montrer, comment dans les Marchantiées les archégones et les sporogones sont protégés dans leur développement. Il y a deux cas principaux : 1° au moyen d'écailles protectrices, ce qui a lieu généralement; 2° au moyen du thalle, ce qui est beaucoup plus rare. Je citerai un exemple de chaque cas dont l'un, celui de *Fegatella conica* me semble inédit.

1° Chez *Reboulia*, *Lunularia*, *Plagiochiasma*, etc., le jeune capitule ♀ logé dans une bifurcation du thalle ou dessus est protégé par de nombreuses écailles hyalines qui, naissant de sa base (Pl. 21, fig. 38), se recourbent au-dessus de lui de façon à le recouvrir complètement pendant son jeune âge et parfois très longtemps après (*Lunularia*). A ce moment, les archégones se trouvent bien protégés. Au fur et à mesure que le capitule et les sporogones se développent, ces derniers se trouvent de plus en plus enfouis par leur base dans la masse du capitule. En cet état la protection est encore assurée par le capitule en dessus et latéralement par les écailles (Pl. 21, fig. 39). Quand les sporogones sont bien développés, la protection est obtenue par les involucres et les périanthes, qui se sont développés autour des fructifications; alors ils n'ont plus besoin des écailles voisines qui se flétrissent et disparaissent plus ou moins.

2° Chez *Fegatella, conica*, les archégones se trouvent dans une bifurcation du thalle ou plus exactement dans une cavité que le thalle a développé tout autour; cette cavité est close, sauf par une petite ouverture, qui est fermée par les extrémités elliptiques des lamelles inférieures du thalle, lesquelles extrémités se recourbent par dessus le thalle (Pl. 21, fig. 40).

Ainsi abrités contre l'action des insectes ou autres animalcules, les archégones peuvent être fécondés, car les écailles n'empêchent nullement à l'air et à l'eau de pénétrer. Après la fécondation, capitule et sporogones peuvent se développer en toute sécurité dans la cavité du thalle (Pl. 21, fig. 36).

Quand le capitule remplit la cavité du thalle, celui-ci se déchire au-dessus, par suite de la pression, pour le laisser passer (Pl. 21, fig. 37); mais alors les sporogones sont suffisamment protégés par le capitule et leurs involucres.

Le disque à anthéridies de *Fegatella* se développe exactement comme le capitule ♀ et est protégé de même par le thalle, qui l'enveloppe d'abord presque complètement.

La constitution du capitule ♀ des Marchantiées est souvent très compliquée; et, c'est chez le *Marchantia* que l'on trouve le maximum de complication. Sous le capitule se voient autant d'involucres à lobes frangés que de rayons; et, dans chaque involucre, existent plusieurs sporogones, chacun d'eux étant entouré d'une enveloppe protectrice spéciale plus ou moins cylindrique, qui a reçu le nom de périanthe.

Nutrition du sporogone chez les Marchantiées. — Il y a lieu de distinguer deux cas, selon que le pédoncule du capitule est sillonné (1 ou 2 sillons) ou non.

1° *Lunularia vulgaris* Mich. — Dans cette espèce, le pédoncule n'est pas sillonné et la nutrition se fait de cellule à cellule, du thalle au capitule par l'intermédiaire du pédoncule. Il y a là une sorte d'infériorité pour la plante qui ne fructifie que dans des conditions hygrométriques spéciales, bien qu'elle essaie de compenser cette infériorité par les nombreuses écailles blanches superposées qui recouvrent très longtemps le capitule; sans les nombreux propagules de ses corbeilles en forme de croissant de lune, la plante serait vite disparue. Chez le *Plagiochiasma* le pédoncule n'est pas non plus sillonné et naît du milieu du thalle au lieu d'être latéral comme chez le *Lunularia*.

2° *Fegatella conica* Corda et *Reboulia hémisphaerica* Raddi (pédoncule avec 1 sillon) et *Marchantia polymorpha* L. (2 sillons). Dans ces sillons, en communication avec l'air extérieur par une fente très étroite, se trouvent les poils absorbants qui vont du sol au capitule. Dans ce cas la nutrition se fait très bien, car les poils absorbants sont soustraits à l'action de la sécheresse. Dans ces trois plantes, les pédoncules sont latéraux, condition d'ailleurs indispensable pour que les radicules puissent regagner le sol sans rencontrer d'obstacle.

III. — EMPLOI DES CARACTÈRES TIRÉS DU SPOROGONE ET DE SES ENVELOPPES DANS LA CLASSIFICATION

1° Les caractères tirés du sporogone ont toujours été regardés, et avec juste raison, comme des caractères de premier ordre par tous les Hépaticologues. En effet, ne se développant que si les circonstances sont favorables, assuré de trouver dans le gamétophyte tous les éléments nutritifs dont il aura besoin pour s'accroître, protégé contre les influences extérieures par des enveloppes protectrices appropriées, le sporogone présente la plus grande constance, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il varie. En effet, sur plusieurs centaines de pédicelles examinés des genres *Cephaloziella* et *Prionolobus*, Douin et Schiffner [6] n'en ont trouvé que deux d'anormaux, et encore ces anomalies pouvaient s'expliquer facilement.

2° Les caractères tirés des organes protecteurs (coiffe, périanthe, involucre, périgyne) sont encore très importants, mais à un degré moindre que les précédents, car bien qu'appartenant en réalité au gamétophyte, ils tiennent intimement à la fructification et sont pour ainsi dire solidaires du sporogone, attendu qu'ils ne se forment que si la fécondation a eu lieu et si le sporogone se développe. Dans le cas contraire, ils ne se développent pas ou restent anormaux et très imparfaits.

3° Enfin, les caractères tirés du gamétophyte sont de valeur très inférieure aux précédents, étant toujours plus ou moins fortement influencés par les conditions extérieures.

Ces principes étant posés, je vais montrer maintenant, par quelques exemples, où en est la classification actuelle des Hépatiques, indiquer les groupes qui me semblent bien naturels et ceux qui sont encore très artificiels. Bien entendu, je restreindrai cette critique aux groupes dont j'ai pu étudier au moins quelques genres. Je me servirai dans ce qui suit de la terminologie de Schiffner [25].

Division des Hépatiques en trois sous-classes.

Spruce [29], Lindberg [19], Leitgeb (18], et après eux Schiffner [25], Boulay [2], K. Müller [24], etc., ont divisé les Hépatiques en trois groupes primordiaux : *Marchantiales*, *Jungermanniales* et *Anthocerotales*.

La division des Hépatiques en trois groupes, d'après le perfectionnement organique du sporogone, serait beaucoup plus naturelle et beaucoup plus logique.

Ricciales (genre *Riccia* et voisins) : sporogone réduit à la capsule.

Anthocerotales : sporogone formé d'une racine et d'une capsule sans pédicelle.

Le reste des Hépatiques formerait le groupe le plus parfait avec sporogone complet.

En effet, pour former le groupe des *Marchantiales*, on a accordé la prépondérance au gamétophyte pourvu de chambres aérifères et d'ouvertures stomatiques. Mais ce caractère n'est constant ni chez les *Riccia*, ni chez les *Dumortiera* dont le thalle adulte ressemble à un grand *Pellia*. Sans la fructification, on n'aurait jamais fait de *Dumortiera* une Marchantiée.

Le groupe *Anthocerotales* est tout à fait naturel et excellent, mais ne mérite nullement de former une classe spéciale à côté des autres Hépatiques, comme le fait Howe [13 bis], ni d'être mis en tête des Hépatiques, le thalle étant rudimentaire, les archégones non différenciés, le sporogone incomplet. En effet, le sporogone d'une simple *Cephaloziella* [6] avec ses élatères sautantes montre un mécanisme autrement parfait que les pseudo-élatères des *Anthoceros*.

Le groupe des *Jungermanniales* est aussi artificiel que le premier, attendu qu'on y a rangé tout ce qui n'avait pas trouvé place dans les deux précédents.

Je ne dirai rien de sa division en deux ordres suivant que les archégones sont terminaux (*J. acrogynes*) ou latéraux (*J. anacrogynes*).

Parmi ces dernières, deux groupes me paraissent naturels : les *Sphæocarpoideæ* et les *Metzgerioideæ*.

1° Les *Sphærocarpoideæ* sont tellement différents des autres *Jungermanniales* qu'il est impossible de les laisser dans ce groupe : en effet on y voit un thalle lobé portant des archégones et des anthéridies, chacun de ces organes étant enveloppé par un involucre spécial, une capsule cléistocarpe renfermant des spores mêlées à des cellules nutritives qui disparaissent à la maturité et ne renfermant pas d'élatères. Il en est de même des *Rielloideæ*, qui me paraissent des *Sphærocarpus* adaptés à la vie aquatique.

2° Les *Metzgerioideæ* forment aussi un groupe bien caractérisé par leur pédicelle de 4 + 8 files de cellules, leurs deux sortes d'élatères, les unes libres et sautantes, les autres fixées au sommet des valves ; mais du moins ces plantes sont bien des *Jungermanniales*.

3° Quant aux autres tribus, je ne les connais pas suffisamment pour en faire une critique sérieuse. Cependant la simple lecture de la description des genres des autres groupes montre bien qu'il y a là des formes trop différentes pour rester ensemble. Ainsi comment peut-on grouper ensemble *Pellia* et *Fossombronia* ! *Pellia* est une hépatique à thalle avec sporogone très différencié et anthéridies isolées dans de petits involucres spéciaux ; *Fossombronia* avec sa tige feuillée portant des anthéridies dispersées çà et là et un sporogone imparfait est un genre totalement différent.

En résumé, ce groupe des *Jung. anacrogynes* me paraît le plus artificiel de tous les groupes d'Hépatiques admis actuellement.

Les *Jung. acrogynes* forment, au contraire, un groupe tout à fait naturel qui a été divisé très artificiellement d'ailleurs en plusieurs tribus.

Les *Epigonianthex* et les *Trigonanthex* sont caractérisées par les plis du périanthe : trois principaux, deux latéraux et un troisième dorsal dans la première tribu, ventral dans la deuxième. Pour montrer que cette division ne vaut rien du tout, il me suffira de citer les deux exemples suivants empruntés au travail de Douin et Schiffner [6]. Dichiton a un périanthe de quatre ou cinq plis : un antérieur, un postérieur parfois dédoublé, et deux latéraux ; on le range dans les *Epigonianthex. Prionolobus* Turneri a un périanthe exactement identique, quatre ou cinq plis quand le postérieur est dédoublé ; et les auteurs en font une *Trigonanthex.* Parmi les autres caractères donnés pour caractériser ces deux tribus, il n'en est pas un seul de commun à toutes les espèces. Il en est de même de la tribu des *Ptilioideæ* (*Blepharostoma*, *Blepharozia*, *Trichocolea*).

Les *Scapanioideæ* (*Scapania*, *Diplophyllum*, etc.) les *Stephanioideæ* (*Radula* seulement), les *Pleurozioideæ* (*Pleurozia* seulement) et les *Bellincinioideæ* (*Madotheca* seulement) sont distinguées par des caractères très spéciaux tirés du gamétophyte, ce qui est insuffisant pour caractériser des tribus. Si elles se distinguent bien, c'est qu'elles ne contiennent que un ou deux genres voisins ; et alors, les prétendus caractères de la tribu sont de simples caractères génériques. Les Géocalycées et Platyphyllées de Nees que l'on rejette actuellement sont certainement des groupes bien plus naturels.

La tribu des *Jubuloideæ* seule forme un groupe très naturel par ses élatères fixées, peu nombreuses, en trompettes et lançantes, par sa coiffe charnue dans sa partie inférieure, pédicellée et non en contact direct avec le gamétophyte, etc., sans parler des caractères de ce dernier qui sont aussi très spéciaux.

L'ensemble des *Jung. acrogynes*, autres que les *Jubuloideæ* forme également un groupe très naturel par un ensemble de caractères, tirés du sporogone, complètement différents de ceux des *Jubuloideæ* : c'est ce qu'ont fort bien compris Spruce [29] et K. Müller [24] quand ils ont partagé les *Jung. acrogynes* en deux sous-ordres : *Jungermanniæ* et *Jubuleæ*. Leur seul tort a été de n'avoir pas employé pour les séparer les importants caractères tirés du sporogone.

En résumé, la classification actuelle des Hépatiques est bien loin d'être parfaite; si déjà bon nombre de groupes sont bien naturels, il en est beaucoup d'autres qui ne le sont guère et qui ont besoin d'être complètement revisés ou remplacés.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BISCHOFF. — Bemerkungen über Marchantieen und Riccieen (1835).

[2] BOULAY. — Muscinées de la France, II, Hépatiques (1904).

[3] CAVERS. — Contribution to the biology of the Hepaticæ (1904).

[4] DOUIN. — Le pédicelle de la capsule des Hépatiques, in ***Bull. de la Soc. Bot. de France*** (1908).

[4 bis] DOUIN. — Cincinnulus trichomanis Dum. ***Rev. Bryol.*** (1904).

[5] DOUIN. — Nouvelles observations sur Sphaerocarpus, in ***Rev. Bryol.*** (1907).

[6] DOUIN et SCHIFFNER. — ***Monographie des Céphaloziellacées***, travail manuscrit encore inédit.

[7] DUMORTIER. — ***Hepaticæ europeæ.***

[8] GAYET. — Recherches sur le développement de l'archégone chez les Muscinées (1897).

[9] GŒBEL. — Ueber Funktion und Anlegung der Lebermoose, in ***Flora*** (1895).

[10] GOTTSCHE. — Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri N. ab. Es. mit Vergleichungen anderer Lebermoose.

[11] GOTTSCHE, LINDENBERG UND NEES AB ESENBECK.— Synopsis Hépaticarum (1844-1846).

[12] HAYNES (C.-C.). — A revision of the genus Sphaerocarpos and illustrations of the species, in ***Bull. of the Torrey Botanical club*** (1910).

[13] Hy. — Recherches sur l'archégone et le développement du fruit des Muscinées, in *Ann. des Sc. Nat.*

[13 bis] Howe (M.-A.). — The Hepaticæ and Anthocerotes of California, *Mem. of the Torrey bot. club* (1899).

[14] Hofmeister. — Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Gymnospermen (1851).

[14 bis] Jack. — *Hepaticæ europeæ* de Dumortier, *Bot. Zeitg.* (1877) Taf. I.

[15] Kammerling. — Der Bewegungsmechanismus der Leber — mooselateren, in *Flora* (1898).

[16] Kny. — Bau und Entwickelung von Marchantia polymorpha L. (1890).

[17] Leclerc du Sablon. — Recherches sur le développement du sporogone des Hépatiques (1885).

[18] Leitgeb. — Untersuchungen über die Lebermoose (1874-1881).

[19] Lindberg. — Hepaticæ in Hibernica lectæ (1875).

[20] Lindberg. — Scalia Hookeri Br. Ger., in *Rev. Bryol.* (1885).

[21] Lortet. — Recherches sur la fécondation et la germination du Preissia commutata N. ab Es. (1867).

[22] Mirbel. — Recherches anatomiques et physiologiques sur le Marchantia polymorpha L. (1831-1832).

[23] Montagne. — Hépatiques in *Dict. universel d'Hist. nat. de d'Orbigny* (1845).

[24] K. Müller. — Die Lebermoose, in *Krypt. fl.* du D^{r} L. Rabenhorst, ouvrage en cours de publication.

[25] Schiffner.— Hepaticæ, in *Engler und Prantl*, *Die natürlichen Pflanzerfamilien* (1906).

[26] Schmiedel. — Dissertatio de Jungermanniæ character.

[27] Stephani. — *Species Hepaticarum* en cours de publication.

[28] Strasburger. — Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionstellung (1909).

[29] Spruce. — Hepaticæ of the Amazone and of the Andes of Perou and Ecuator, in *Transactions and Proceedings of the Botanical Society of Edimburg.*

EXPLICATION DES PLANCHES

Le grossissement est de 90/1 environ pour les figures représentant le tissu cellulaire et de 30/1 ou de 15/1 pour les autres.

Planche 18

1. Coupe longitudinale du sporogone de *Jamesoniella autumnalis* Steph. (leg. Douin) : *r*, racine; *p*, pédicelle; *c*, *capsule*; *co*, coiffe; *per*, périanthe; *inv.*, feuille involucrale; *gf.*, tige feuillée.

2. Coupe longitudinale du sporogone de *Metzgeria furcata* Dum. : *sp*, sporogone; *er*, élatères fixées au sommet d'une valve; *inv.*, involucre; *glh.*, gamétophyte thalliforme; *n*, nervure du thalle.

3. Racine et base du pédicelle de la fig. suivante (détails des cellules).

4. Coupe longitudinale du sporogone de *Saccogyna viticulosa* Dum. (leg. F. Camus, comm. Hariot in herb. Museum, Paris). *r*, racine; *p*, pédicelle; *t*, tige.

5. Coupe longitudinale du sporogone de *Frullania Tamarisci* Dum. : *co*, coiffe longuement pédicellée; *r*, racine très aplatie et fort réduite; *p*, pédicelle; *ca*, capsule avec élatères longitudinales et spores; *ast*, archégones stériles, l'un emporté au sommet de la coiffe et l'autre resté à sa base.

6. Racine, base de pédicelle et coiffe plus brièvement pédicellée de *Frullania dilatata* Dum. (détails des cellules).

7. Pédicelle et racine non différenciés de *Metzgeria furcata* Dum. avec la base de la coiffe (tissu cellulaire).

8. Coupe longitudinale de la racine et de la base du pédicelle de *Prionolobus Turneri* (Hook); au sommet se voit la moitié d'une coupe transversale du pédicelle.

9. Coupe longitudinale du sporogone de *Haplozia nana* (Nees) (leg. Douin) montrant le périanthe brusquement rétréci comme chez *Frullania.*

10. Base de la capsule *ca* fig. 5 montrant comment les élatères projettent les spores.

11. Jeune sporogone sans pédicelle ni racine de *Riccia sorocarpa* Bisch.

Planche 19

12. Racine et base du pédicelle de *Cephalozia connivens* (Dicks.). On voit le prolongement basilaire de la racine et le pédicelle formé de quatre files de cellules internes entourées par huit autres plus différenciées.

13. Coupe longitudinale du sporogone de *Radula complanata* Dum. montrant la direction des élatères.

14. Coupe longitudinale du sporogone de *Lepidozia setacea* Mitt. montrant aussi la direction des élatères dans l'intérieur de la capsule et le long col des archégones.

15. Coupe longitudinale du sporogone de *Aneura latifrons* Lindb. (det. Schiffner) montrant les élatères avec une direction tout à fait différente des deux espèces précédentes.

16. Base du sporogone de *Radula complanata* Dum. montrant le pédicelle et la racine peu ou point différenciés. On voit à la base les cellules digérées et détruites provenant de la coiffe et de la tige.

17. Racine et pédicelle de *Aneura latifrons* Lindb. en coupe montrant le pédicelle formé par 4+12 files de cellules avec la coiffe *co* très épaisse.

18. Base du sporogone de *Madotheca platyphylla* Dum. montrant la racine et le pédicelle peu ou pas différenciés.

19. Coupe longitudinale de sporogone de *Chiloscyphus polyanthus Corda* montrant la coiffe charnue *co*.

20. Sporogone de Anthoceros multifidus Douin (leg. Douin) avec l'involucre et le thalle en coupe. On voit la capsule se divisant peu à peu en deux valves du sommet vers la base avec la columelle interne.

21. Coupe longitudinale du sporogone de *Pellia calycina* Nees (leg. Douin) avec trois archégones sur la coiffe charnue, dont l'un fécondé a eu un commencement de développement et le troisième s'est trouvé coupé transversalement à sa base.

22. Racine et pédicelle en coupe de *Lepidozia reptans* Dum. montrant les cellules externes du dernier très fortement différenciées.

23. Coupe de sporogone et du thalle de *Targionia hypophylla* L. (leg. B. Souché, det. Douin) montrant un pédicelle *p* réduit à une sorte d'étranglement entre la racine *r* et la capsule *ca*.

Planche 20

24. Sporogone et involucre de *Sphærocarpus californicus* Aust. (leg. Douin) en coupe longitudinale.

25. Racines et organes voisins du même. On voit le pédicelle réduit à une sorte d'étranglement séparant la racine et la capsule; *c*, coiffe plus ou moins détruite à sa base.

26. Sporogone de *Alicularia insecta* Lindb. (leg. Douin, det. Schiffner). On voit en *a* le périanthe et l'involucre soudés, et à la base une sorte de dilatation de la tige *per* formant une ébauche de périgyne.

27. Coupe longitudinale du sporogone de *Diplophyllum albicans* Dum. Le pédicelle est fortement rétréci à sa base avant de s'insérer au fond de la racine; la coiffe *co* s'est soudée à la tige et maintient solidement le sporogone dans le gamétophyte.

28. Racine jeune de *Scapania nemorosa* Dum. (en coupe longitudinale). Elle présente les mêmes caractères que l'espèce précédente, mais n'a pas la forme d'une coupe; elle est simplement élargie; la coiffe accrescente montre un grand nombre de petites cellules bourrées d'éléments nutritifs destinés à achever l'évolution du sporogone. Plus tard, les petites cellules de la base de la coiffe digérées par la racine ne montreront plus que les débris de leurs parois cellulaires.

29. Coupe longitudinale de la racine, de la base du pédicelle et d'une partie du périgyne charnu de *Calypogeia trichomanis* Dum. (leg. R. Douin, forêt de Perceygnes, 3, IV, 1912).

Le pédicelle *p* montre ses cellules externes nettement différenciées; la racine *r* a la forme d'une coupe excessivement profonde; en *m* on voit les débris des cellules de la coiffe et des longues cellules saillantes à l'intérieur du périgyne (4 bis) digérées par la racine.

30. Coupe longitudinale du sporogone de *Lophocolea cuspidata* Limpr. L'étranglement du pédcielle est très net quoique moins développé que dans les *g. Scapania* et *Diplophyllum*; en *m* débris de cellules digérées.

31. Paroi de la capsule de *Sphærocarpus californicus* Aust. réduite à une seule couche de cellules.

32. Paroi de la capsule de *Radula complanata* Dum. formée de deux couches de cellules.

33. Paroi de la capsule de *Scapania undulata* Dum. montrant cinq couches cellulaires.

PLANCHE 21

Marchantiées

34. Coupe longitudinale du capitule ♀ de *Marchantia polymorpha* L. et de son pédoncule : *cr* conduit de poils absorbants se continuant dans un lobe *l.* Sous le capitule se voient deux des capsules *ca* contenues dans l'involucre *inv.* et entourées chacune d'un périanthe *per*; entre les deux capsules on aperçoit des papilles *pap*; l'involucre est vu étalé à son extrémité qui n'est plus en coupe.

35. Racine d'une des capsules précédentes avec les organes voisins. A l'intérieur de la capsule on voit des élatères et des spores *sp.* en formation; *p,* pédicelle très réduit; *r,* racine normale; *co,* coiffe; *per,* périanthe; *inv.,* involucre.

36. Coupe longitudinale du thalle de *Fegatella conica Corda* passant par un jeune capitule fructifère *cap*; *pd,* pédoncule jeune portant le capitule et montrant en *cr* le conduit de radicules; *ec,* écaille terminale plus ou moins étalée (non vue en coupe) fermant l'ouverture de l'involucre protecteur.

37. Coupe transversale du même : *cap,* capitule; le thalle *th* qui le recouvre s'est cassé dans sa partie supérieure sous la pression du capitule qui grossit; *cr* conduit des poils absorbants *rad,* qui, à travers les écailles entrecroisées *ec* cheminent vers le sol.

38. Coupe longitudinale du thalle de *Reboulia hemispherica* Raddi (leg. Douin) passant par un capitule très jeune et très peu développé; on voit les écailles florales *ec* qui se recourbent au-dessus du capitule en protégeant les archégones; *s,* sommet végétatif; *th,* thalle.

39. Coupe transversale du même plus développé avec archégones *a* commençant à s'invaginer dans le capitule à la suite de l'accroissement inégal de ce dernier; *ec,* écailles naissant de la base du capitule et protégeant les archégones; *r,* poils absorbants cheminant de la base du capitule vers la terre par le conduit spécial du pédoncule et entre les écailles *eci* de la partie inférieure du thalle; *pd* pédoncule coupé en deux par le conduit de radicules *cr*; en *m, n, o,* cellules en voie de division.

40. Portion du thalle de *Fegatella conica* montrant par transparence le jeune capitule qui y est enfoui (petites cellules pointées *c*), le cercle indique son contour; *ec,* parties elliptiques de l'extrémité des écailles inférieures du thalle, lesquelles se recourbent par-dessus pour fermer l'ouverture de l'involucre dans lequel se trouve le capitule; on voit par transparence les compartiments losangiques séparant les chambres aériennes.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Le Professeur **Winckler** vient d'être nommé Directeur de l'Institut Botanique de Hambourg, en remplacement du Professeur H. Fitting.

⁂

M. **Dop**, Préparateur à la Faculté des Sciences de Toulouse, vient d'être chargé d'un cours complémentaire de Botanique à la même Faculté.

⁂

M. René **Viguier**, Maître de Conférences de Botanique coloniale à la Sorbonne, et M. **Humbert** ont été chargés d'une Mission du Ministère de l'Instruction Publique pour faire de nouvelles études sur la flore et la géographie botanique de Madagascar.

⁂

Une série de conférences au Jardin colonial de Nogent-sur-Marne auront lieu tous les jeudis, à partir du 10 Octobre 1912, sous le patronage de la Ligue coloniale française. Pendant l'hiver les conférences se feront à l'Office colonial, au Palais-Royal.

⁂

Un nouvel enseignement agricole et industriel a été organisé à la Faculté des Sciences de Rennes. Cet enseignement comporte deux années de scolarité ; les étudiants y préparent la licence ès sciences et, de plus, peuvent recevoir le diplôme des sciences naturelles appliquées à l'Agriculture ou le diplôme de chimiste.

⁂

M. **Guéguen** a été nommé Professeur de Botanique à l'École Nationale des Tabacs.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

Le Gérant, Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-QUATRIÈME

Livraison du 15 Décembre 1912

N° 288

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1912

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1912

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1913 en envoyant, avant le 15 Janvier, la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger) à M. l'Administrateur de la *Librairie générale de l'Enseignement*, 1, rue Dante, Paris (5e). *Si cette somme n'a pas été reçue le 1er Février,* **l'Editeur fera présenter une quittance par la poste. Les abonnements pour l'étranger sont payables d'avance.**

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1912

I. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES SUR LE *LOBELIA DORTMANNA* L., (avec 18 figures dans le texte), par **M. L. Armand** 465

II. — ÉDOUARD STRASBURGER *(suite)*, (avec 1 planche), par **M. J. Beauverie** 479

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 494

Paul Parmentier. — Les Noyers et les Carya en France.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 495

V. — RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES. XVII

VI. — TABLES DU VOLUME DE 1912 497

Planche contenue dans cette livraison

Planche 22. — *Cellules mères du pollen d'un Lis en voie de division.*

Cette livraison renferme en outre dix-huit figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR LE

LOBELIA DORTMANNA L.

Par M. L. ARMAND

INTRODUCTION

L'étude morphologique de cette espèce n'a fait jusqu'ici l'objet d'aucun travail d'ensemble, et on ne trouve à son sujet que quelques renseignements épars dans les divers travaux concernant les Lobeliacées.

Trecul (1) ne mentionne pas le *Lobelia Dortmanna* dans ses recherches sur les laticifères des Lobeliacées.

Sylven Nils (2) étudie le développement complet du *Lobelia Dortmanna*, à partir de la graine, et constate l'autogamie de cette espèce, mais ne parle pas de sa structure interne.

Ydrac (3), qui de tous les auteurs a fait sur ce sujet les recherches les plus étendues, a traité succinctement de l'anatomie de la racine, de la tige et de la feuille et a fait remarquer qu'il n'a pas trouvé de laticifères chez cette espèce.

Tswett (4) étudie après Buchenau et Minden les hydatodes des Lobelias et donne de bonnes figures de celles de *Lobelia Dortmanna*.

Enfin l'origine des canaux de la feuille est depuis longtemps

(1) Trécul : Comptes rendus de l'Académie des Sciences, T. 51, 1865.

(2) Sylven Nils : Stüdien über Organisation und Lebenweise von Lobelia Dortmanna. Résumé dans *Botanisches Centralblatt*, vol. 93, 1903.

(3) Ydrac : Recherches anatomiques sur les Lobeliacées. Thèse de pharmacie, Paris, 1905.

(4) Tswett : Recherches anatomiques sur les hydatodes des Lobeliacées. *Revue Générale de Botanique*, T. 19, 1909.

connue et signalée dans tous les traités classiques. Le mode de vie de cette plante, la séparant des autres Lobeliacées indigènes, il m'a paru intéressant d'en étudier, d'une manière approfondie, la morphologie et la structure des divers organes et de compléter ainsi nos connaissances encore très succinctes à ce sujet.

Les résultats obtenus nous permettront ensuite, par comparaison avec les faits déjà connus chez les Lobelias terrestres, de dégager les modifications spéciales qu'a entraîné chez le *Lobelia Dortmanna* l'adaptation à la vie aquatique.

Ce travail se trouve donc naturellement divisé en deux parties :

I. Morphologie du *Lobelia Dortmanna*;

II. Comparaison du *Lobelia Dortmanna* et des autres espèces indigènes, *Lobelia Erinus* L. et *Lobelia Urens* L.

J'ai résumé ensuite succinctement dans les conclusions les principaux résultats qui se dégagent de cette étude.

I. — Morphologie du *Lobelia Dortmanna* L.

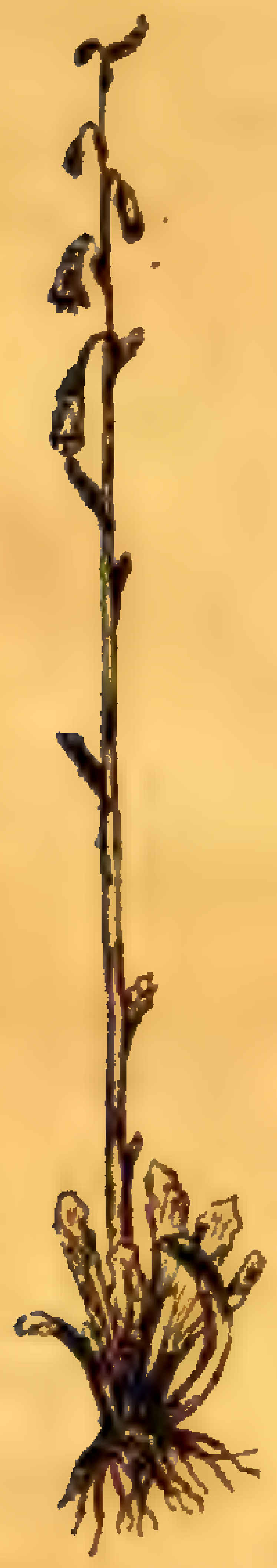


Fig. 1. — Aspect extérieur du *Lobelia Dortmanna*.

Morphologie générale. — L'appareil végétatif (fig, 1) comprend une tige massive, presqu'isodiamétrique, brune, entourée d'une rosette de feuilles et présentant latéralement et inférieurement des racines adventives cylindriques, blanches et ténues. Du centre de la rosette, s'élève une hampe florale, très longue, atteignant parfois un mètre et pourvue à son extrémité de bractées isolées, à l'aisselle de chacune desquelles naît un petit pédicelle portant une fleur. L'ensemble forme une grappe allongée. J'étudierai successivement, l'anatomie des divers organes précédents, en réservant cependant celle des organes floraux que je me propose de traiter en détail dans un mémoire ultérieur.

Racine.— La racine primaire se détruit de bonne heure et est remplacée par des racines adventives s'insérant sur la tige à divers niveaux et se présentant sous forme de cordons blancs très grêles, de 4 à 8 cm. de longueur.

La *racine jeune* présente une structure primaire typique. La première assise comprend des cellules aplaties radialement, allongées dans le sens de l'axe et ne présentant aucun poil absorbant. L'écorce compacte, est nettement divisée en deux zones dont l'externe comprend trois couches de cellules polygonales disposées en séries tangentielles alternantes, et l'interne, huit à dix assises de cellules arrondies, disposées en séries tangentielles et radiales (fig. 2). L'endoderme très net présente les plissements subérifiés caractéristiques. Le péricycle est simple. Le cylindre central renferme deux faisceaux ligneux réduits à deux ou trois vaisseaux spiralés, et deux faisceaux libériens alternant avec les premiers. La moelle, composée de cellules à parois minces, occupe le centre. Il n'y a pas de laticifère dans la racine.

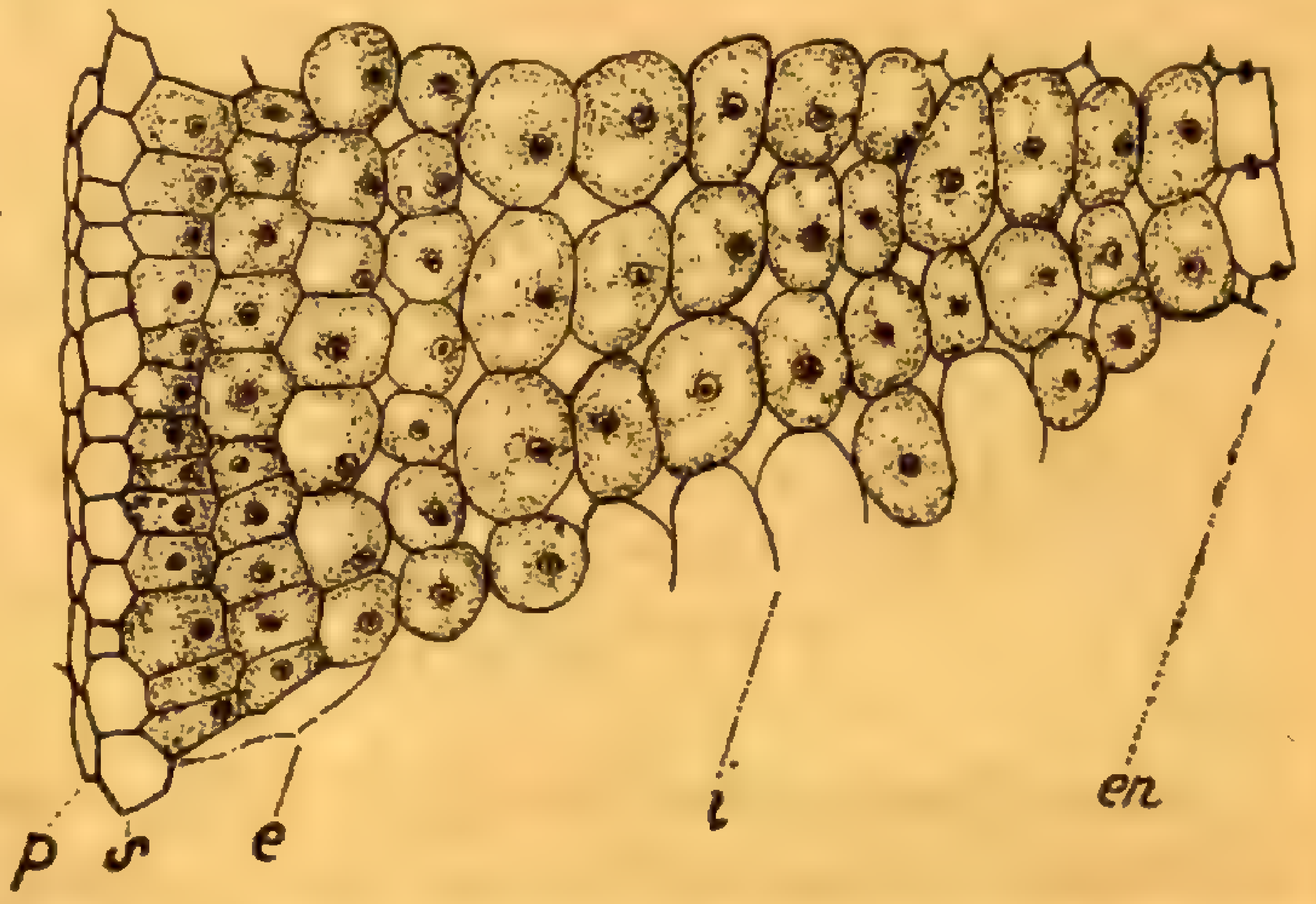


Fig. 2. — Coupe transversale de la racine jeune du *Lobelia Dortmanna*; *p*, assise pilifère; *s*, assise subéreuse; *é*, écorce externe; *i*, écorce interne; *en*, endoderme.

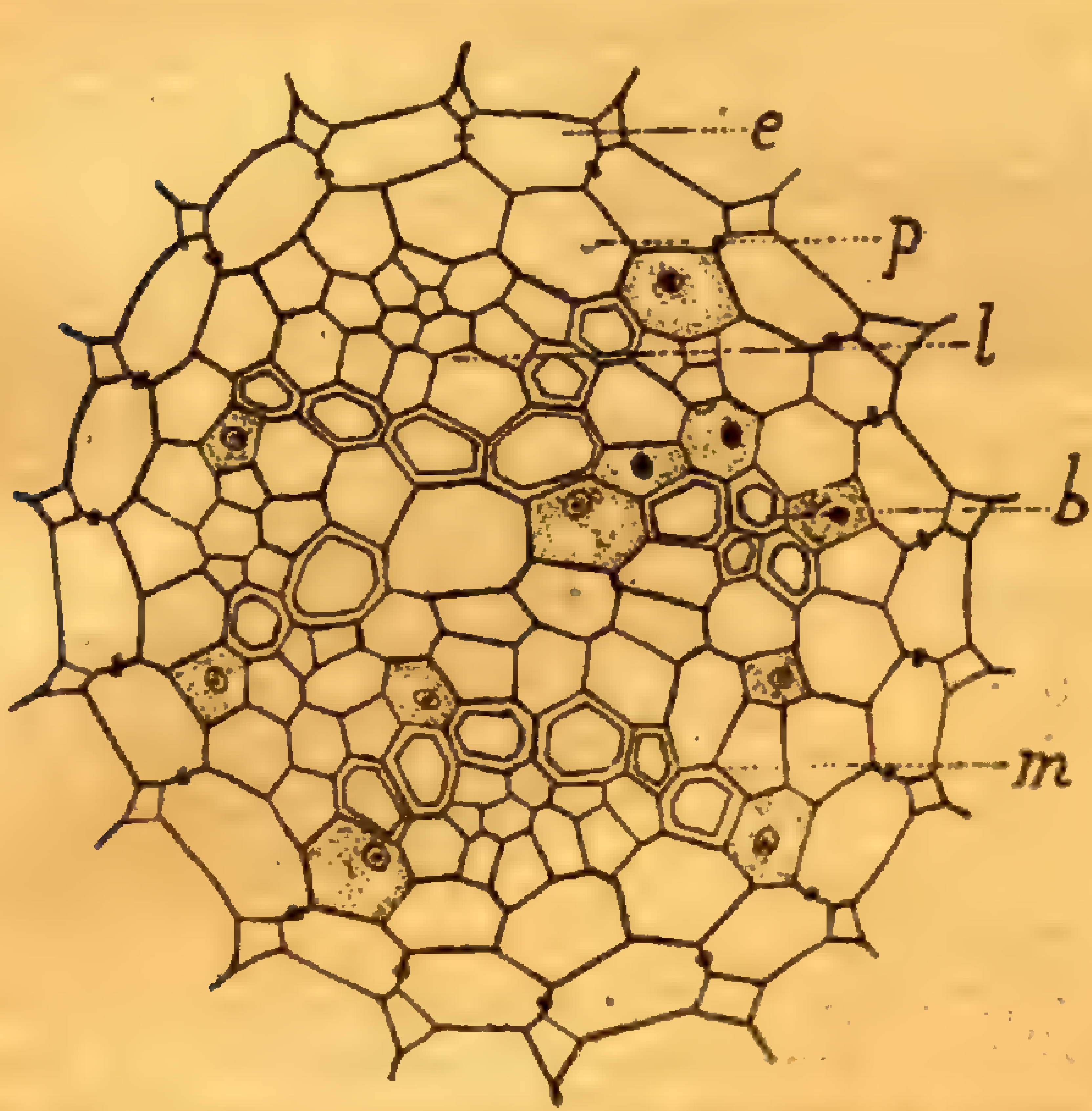


Fig. 3. — Coupe transversale du cylindre central d'une racine âgée du *Lobelia Dortmanna*; *e*, endoderme; *p*, péricycle; *l*, liber; *b*, bois; *m*, arc différencié en avant du liber.

Dans la *racine âgée*, le cylindre central (fig. 3), ne subit aucune modification sensible. A l'intérieur et contre les faisceaux libériens on observe fréquemment une rangée de cellules polygonales assez grandes, à parois brillantes et légèrement épaissies. Dans l'écorce (fig. 4), la zone externe conserve la même constitution, mais la zone interne se divise en deux parties dont l'extérieure se creuse de vastes lacunes aérifères, tandis que l'intérieure qui entoure l'endoderme reste compacte. L'écorce externe est reliée à cette dernière par des travées de deux sortes; les unes, formées de cellules à contour irrégulier, très étirées, vides de protoplasma et présentant l'aspect de cellules en dégénérescence, les autres, composées chacune de une à trois files radiales de cellules arrondies, à parois minces et laissant entre elles de grands méats. Entre ces travées se trouvent des lacunes considérables, ne présentant aucune disposition régulière et creusées dans le parenchyme primitif. Elles proviennent de la dégénérescence, des cellules étirées de l'écorce interne. Les cellules de cette zone qui restent normales présentent une particularité sur laquelle il importe d'insister. Les cellules des travées communiquent les unes avec les autres au moyen de ponctuations creusées à l'intérieur des parois en contact des cellules voisines (fig. 5). Chacune de ces surfaces de contact présente une forme ovalaire ou arrondie. Les ponctuations qu'elles portent au nombre de 30 à 50 environ sont disséminées sur toute sa superficie, plus abondamment à la périphérie qu'au centre.

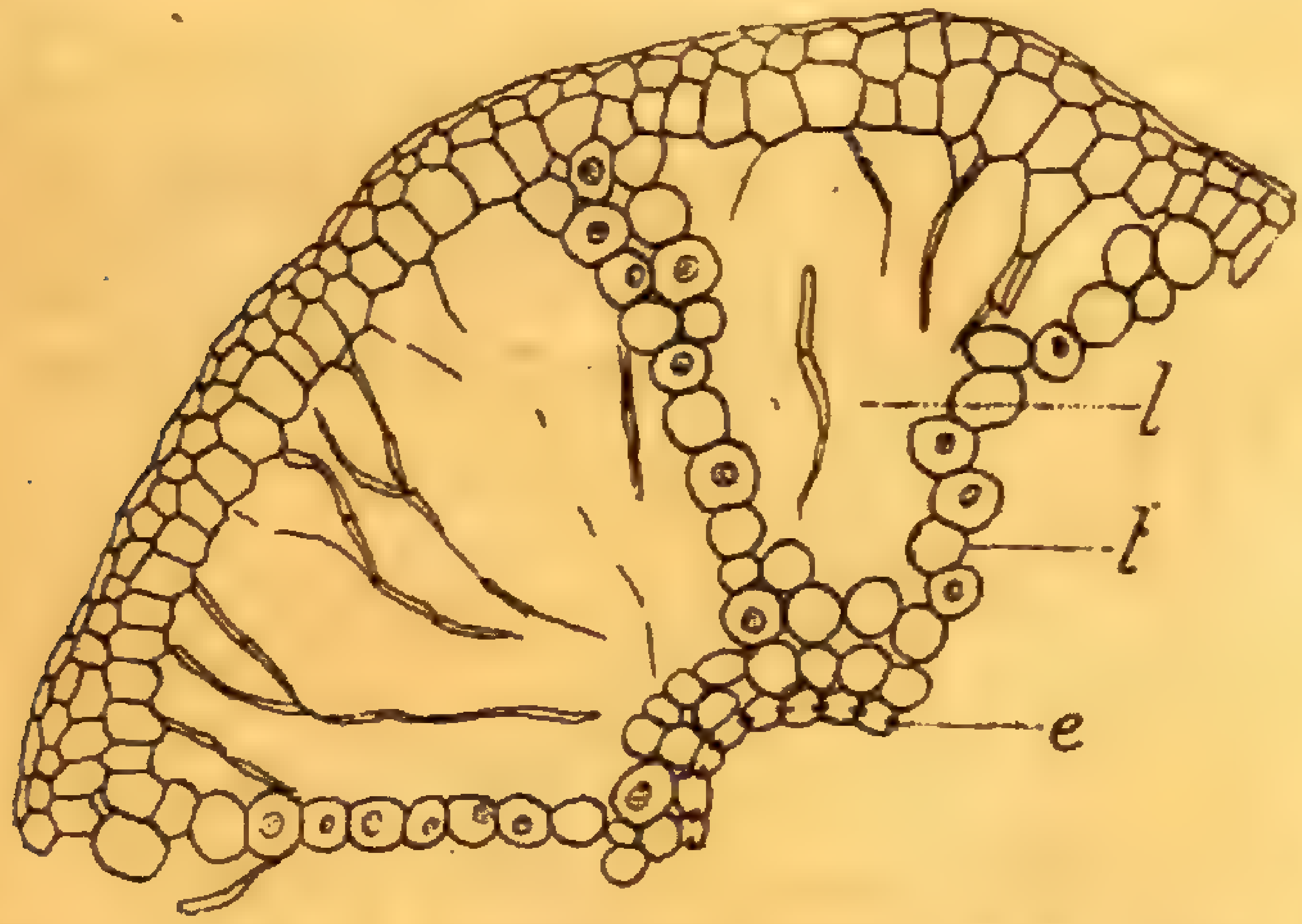


Fig. 4. — Coupe transversale d'une racine agée du *Lobelia Dortmanna*; *l*, lacune corticale; *t*, travée; *e*, endoderme.

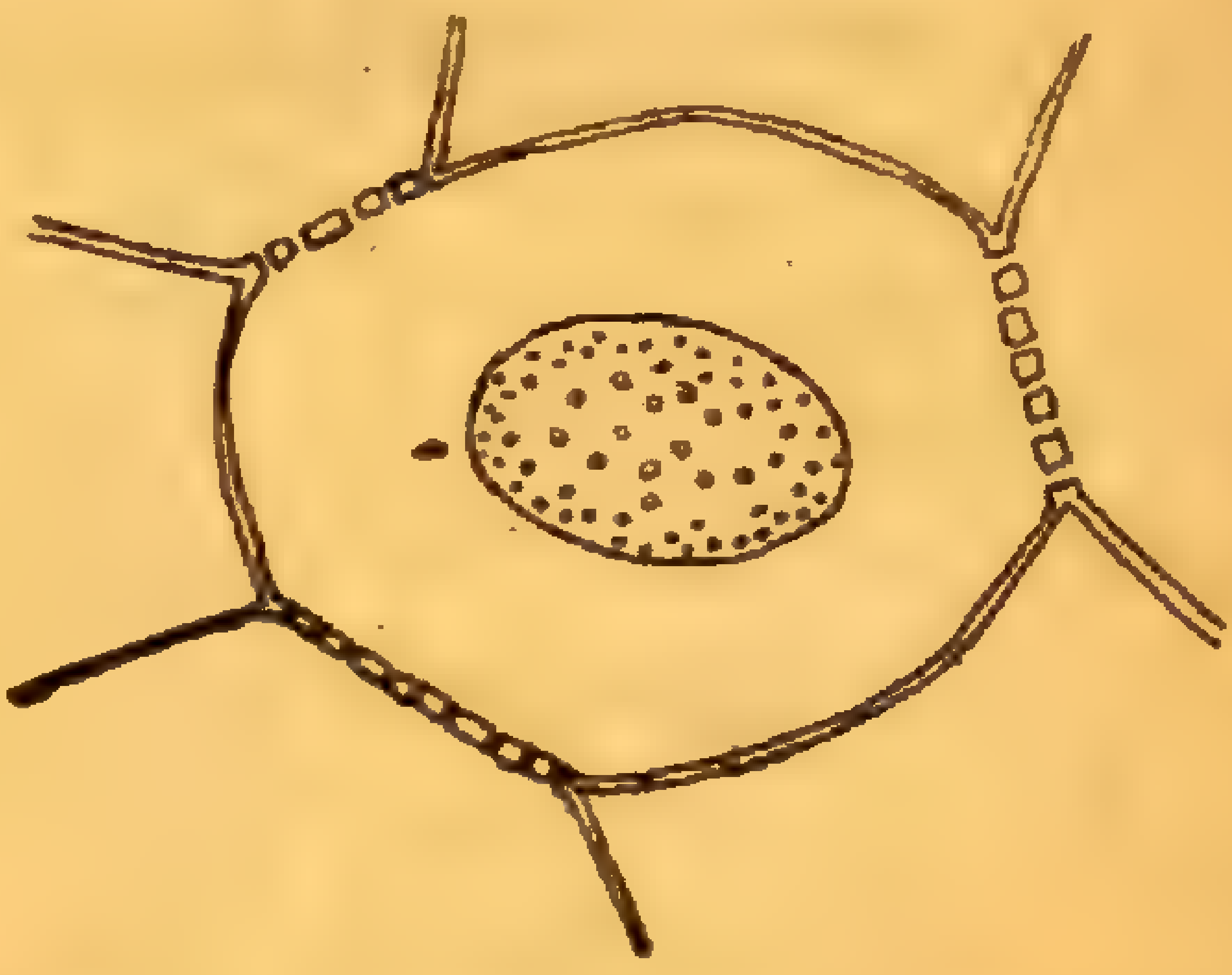


Fig. 5. — Cellule de l'écorce de la racine âgée du *Lobelia Dortmanna* présentant des ponctuations.

L'hématoxyline alunée colore en bleu intense le pourtour de chaque ponctuation et les filaments protoplasmiques, qui, souvent y sont encore engagés.

TIGE. — La tige du *Lobelia Dortmanna* est un petit tubercule brun, présentant de nombreuses cicatrices, les unes grandes, ovalaires, éloignées les unes des autres et dues à la disparition des feuilles âgées, les autres petites, circulaires, rapprochées et produites par la destruction des racines adventives. Il en résulte que l'épiderme de la tige est conservé seulement sur de petites surfaces. Une section longitudinale montre une masse parenchymateuse irrégulièrement découpée, dans laquelle le système libéro-ligneux forme deux faisceaux longitudinaux réunis inférieurement par des cordons libéro-ligneux transversaux. De ce système vasculaire s'échappent des faisceaux qui vont les uns aux feuilles et les autres aux racines. Ces dernières qui naissent dans le péricycle, traversent le parenchyme cortical de la tige à l'intérieur duquel, elles présentent, les unes la structure primitive décrite plus haut, les autres plus âgées leurs caractères définitifs. La section transversale, a un contour irrégulier, émettant des proéminences correspondant soit aux feuilles, soit aux racines. L'épiderme est simple, composé de cellules, à section quadrangulaire, presqu'isodiamétriques. Leur paroi externe est épaissie et cutinisée. Il n'y a pas de stomates. La chlorophylle qui existe souvent dans l'épiderme des plantes submergées manque ici complètement. L'écorce, très développée, est composée de cellules arrondies, dépourvues de chlorophylle, renfermant un protoplasma clair, un noyau pariétal et souvent des cristaux d'inuline. Ces cellules laissent entre elles de larges

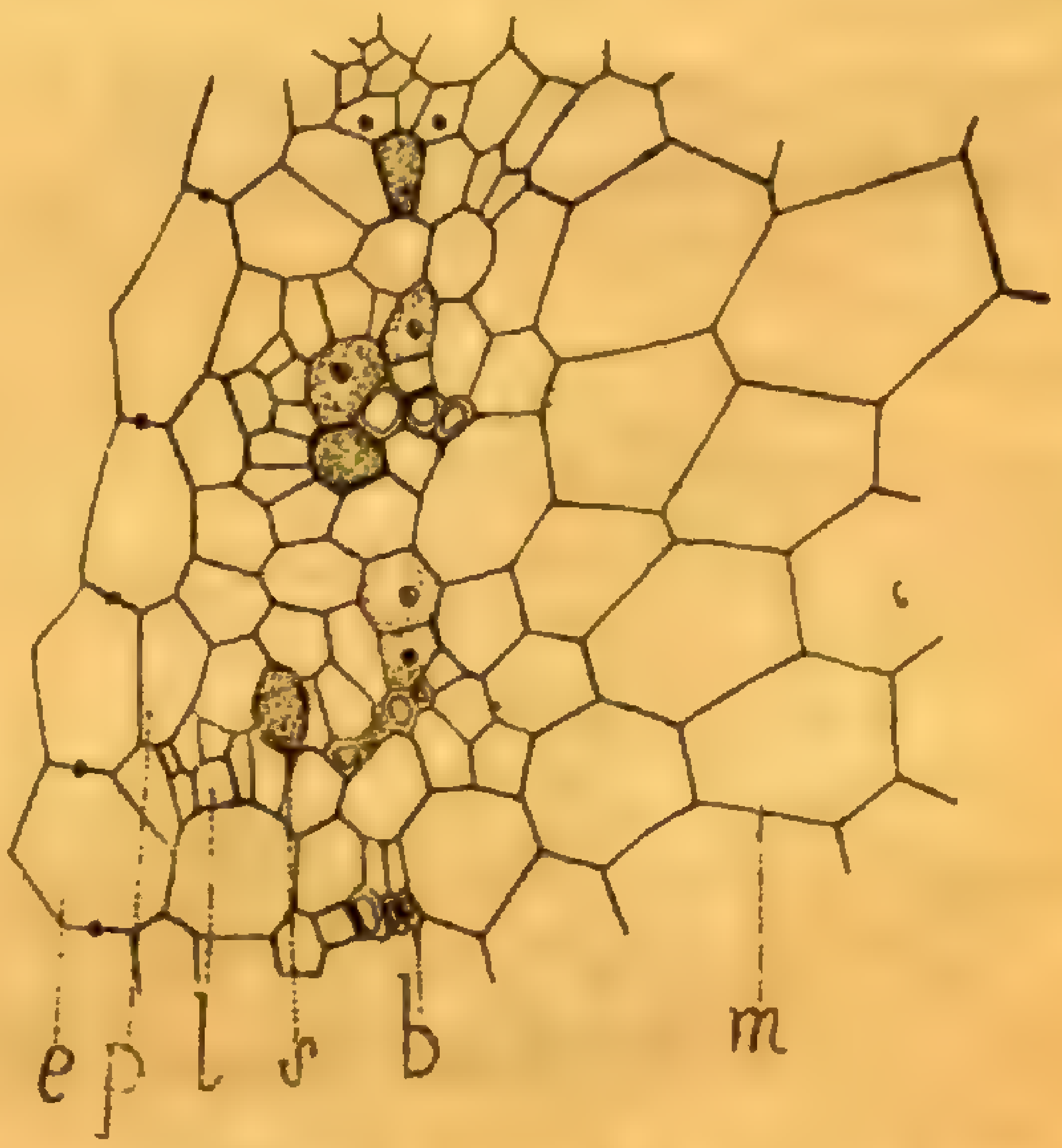


FIG. 6. — Coupe transversale du cylindre central d'une tige jeune; *e*, endoderme; *p*, péricycle; *l*, liber; *s*, laticifère; *b*, bois; *m*, moelle.

méats, mais je n'y ai jamais observé de ces lacunes spéciales semblables à celles que présente la racine. L'écorce est limitée intérieurement par un endoderme complet et simple dont les cellules allongées longitudinalement et tangentiellement présentent des parois radiales pourvues des épaississements caractéristiques. Le cylindre central (fig. 6) comprend un péricycle composé d'une seule assise de cellules contre laquelle s'appuient les faisceaux libéro-ligneux au nombre d'une vingtaine environ dans la tige jeune. Chaque faisceau comprend de 1 à 3 vaisseaux spiralés et quelques éléments libériens au milieu desquels on remarque des laticifères d'assez large diamètre. L'extrémité de chaque faisceau est entouré par quelques cellules procambiales indifférenciées. La moelle est large, non lacuneuse. Les cellules qui la composent sont polygonales et augmentent de volume de la périphérie au centre.

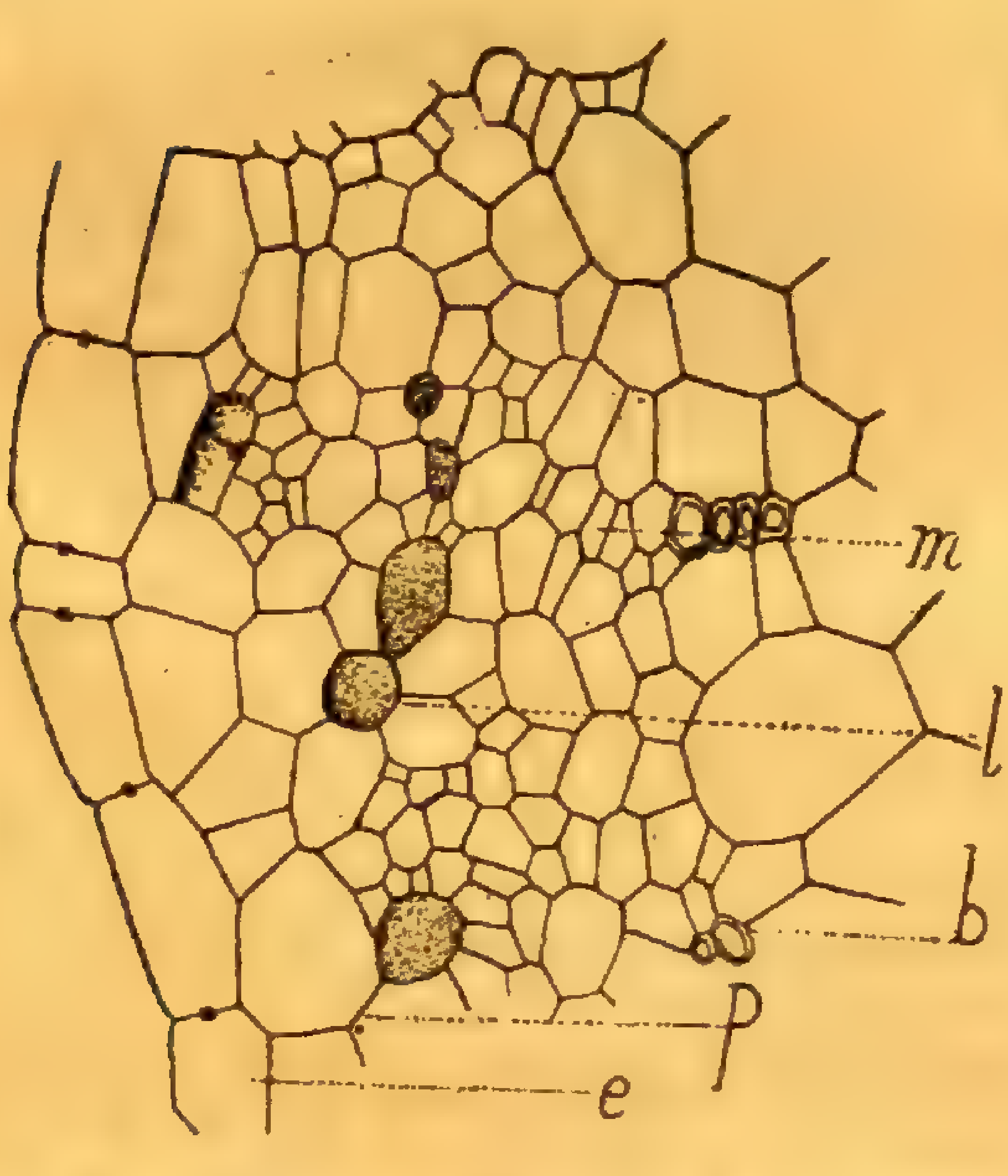
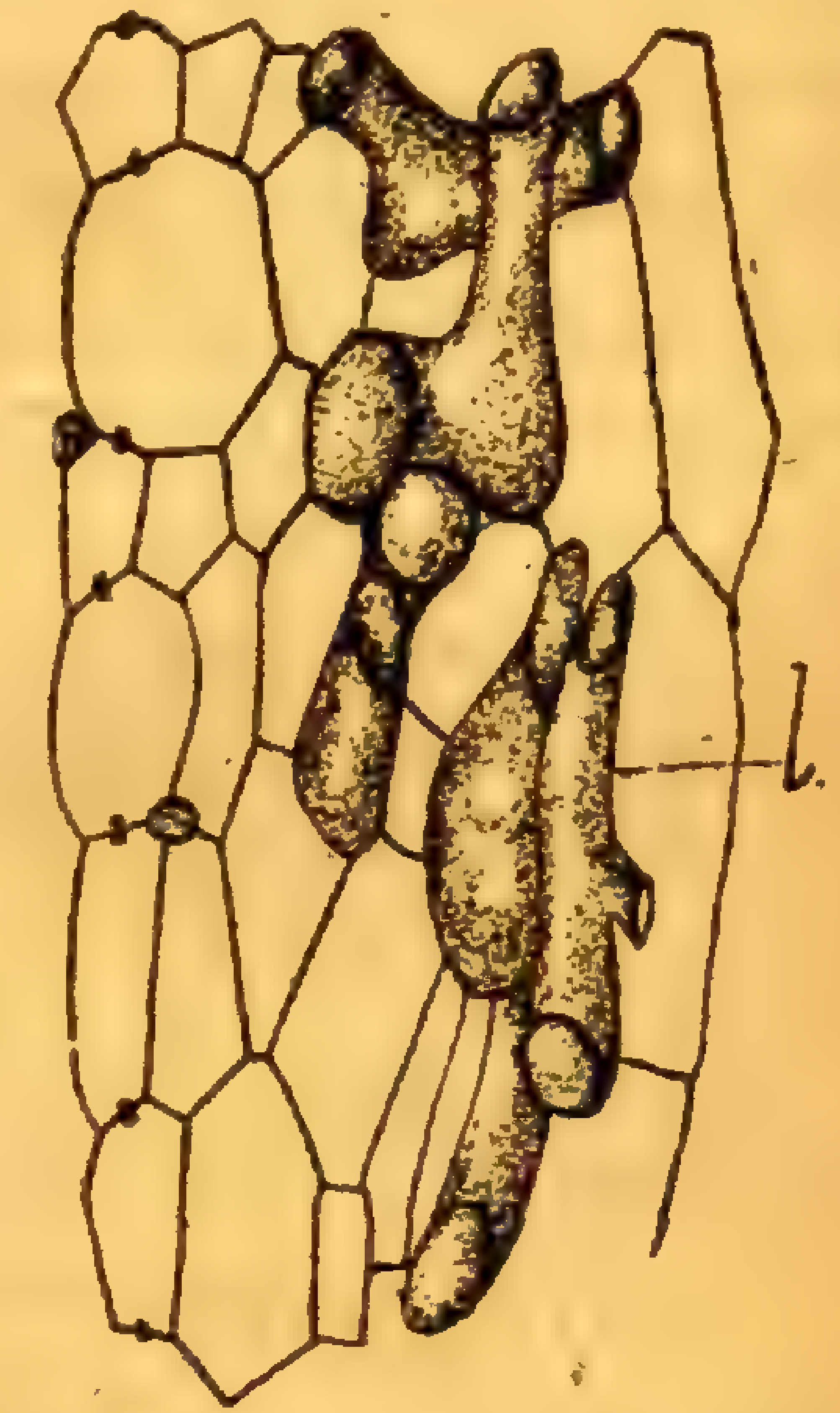


FIG. 7. — Coupe transversale du cylindre central d'une tige âgée; *e*, endoderme; *p*, péricycle; *b*, bois; *l*, laticifères; *m*, méristème secondaire.



FIP. 8. — Coupe longitudinale d'une tige du *Lobelia Dortmanna*, *l*, laticifères.

L'aspect de la tige âgée varie quelque peu. L'écorce conserve ses caractères; l'endoderme épaissit uniformément les parois de ses cellules, et dans le cylindre central (fig. 7), entre le bois et le liber de chaque faisceau, apparaissent des cellules étagées les unes au-dessus des autres, aplaties radialement, et qui semblent provenir du fonctionnement d'une zone génératrice. Mais ces cellules ne subissent pas de différenciation ultérieure et restent à l'état de méristème. Enfin les laticifères sont plus nombreux, à section plus large et sont placés, les plus gros dans le liber, les autres au voisinage du péricycle. Les sections longitudinales (fig. 8) montrent ces laticifères anastomosés les uns avec les autres, par des branches horizontales ou obliques et formant un véritable réseau.

Hampe florale. — J'insisterai peu sur la hampe florale (fig. 11), dont plusieurs auteurs ont donné la description ; je signalerai seulement l'existence de stomates assez nombreux, plus abondants même que sur les feuilles basilaires que nous étudierons plus loin.

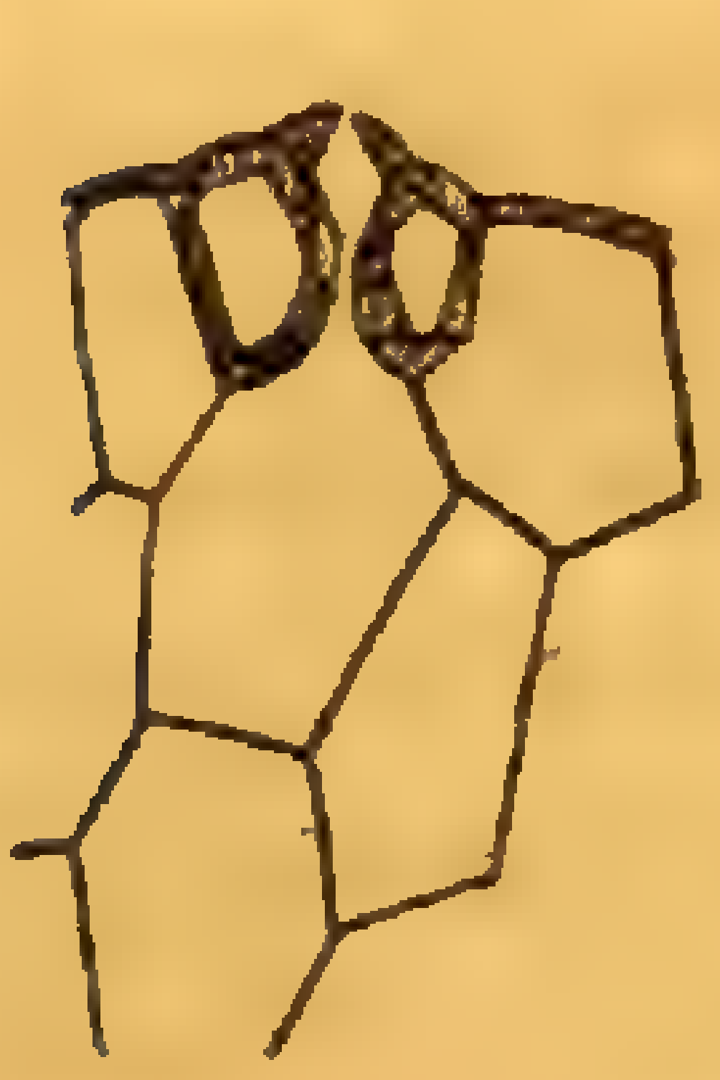


Fig. 9. — Coupe transversale d'un stomate.

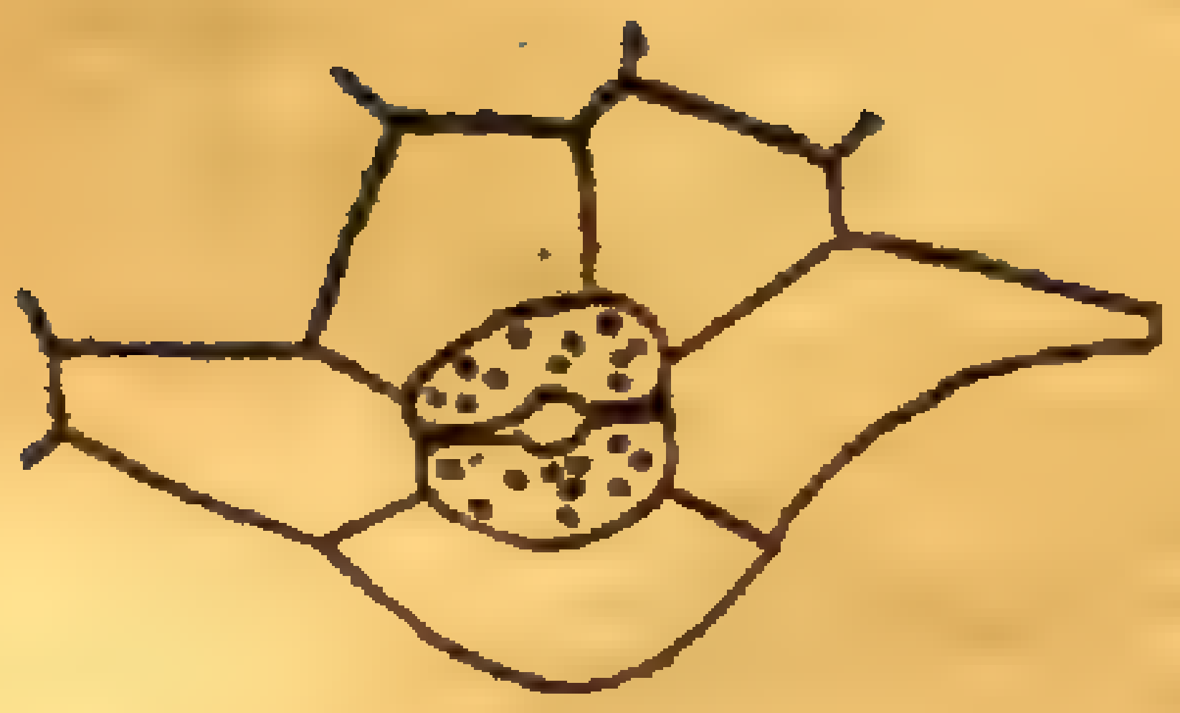


Fig. 10, — Stomate vu de face.

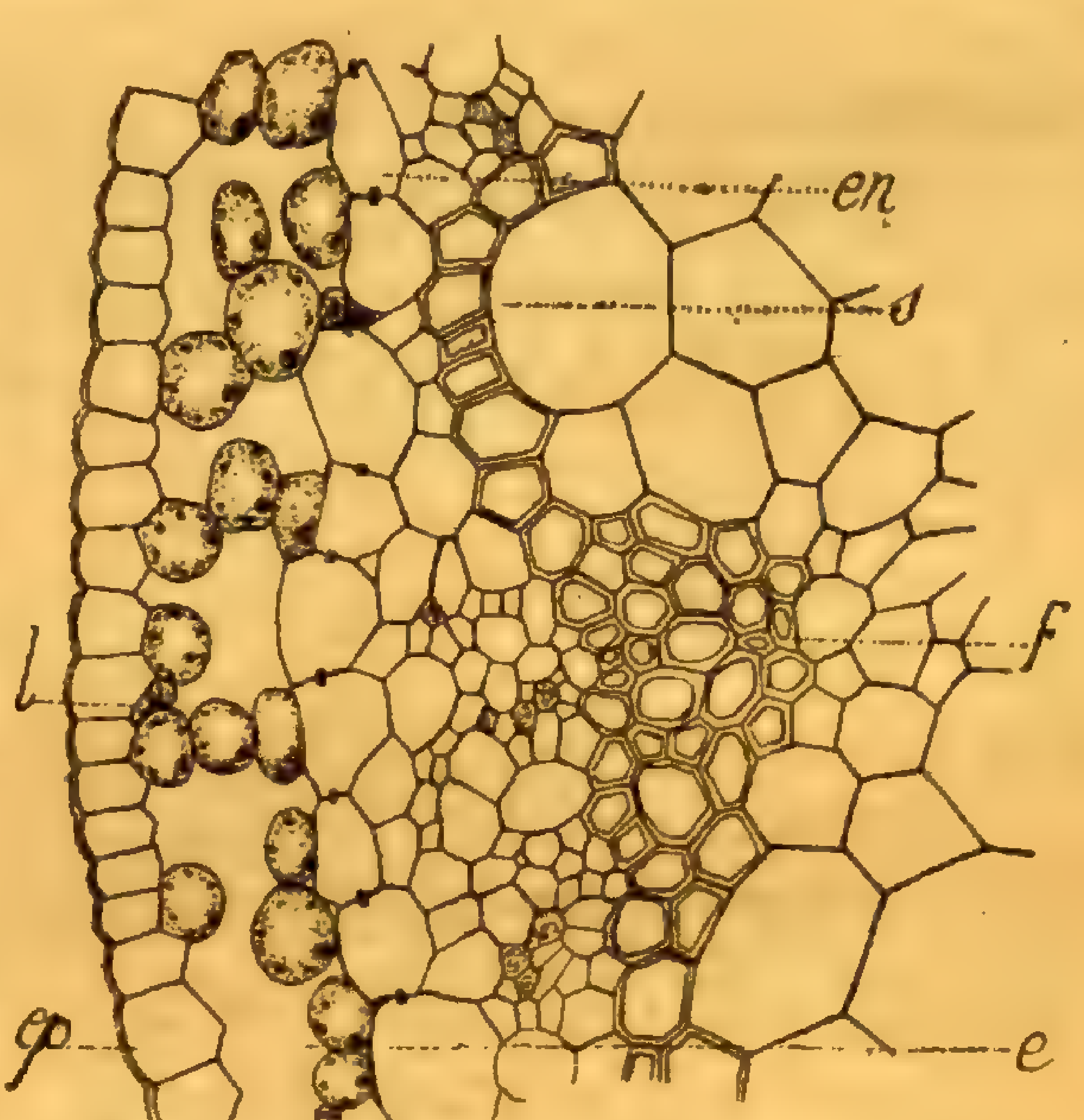


Fig. 11. — Coupe transversale de la hampe florale ; *en*, endoderme ; *s*, sclérenchyme ; *f* faisceau libéro-ligneux ; *e*, écorce ; *ep*, épiderme.

L'ouverture stomatique (fig. 9 et 10) est limitée par deux cellules réniformes, à section polygonale, remplies d'amidon, à parois externes très épaissies et prolongées en bec vers l'extérieur. L'écorce comprend trois assises de cellules chlorophylliennes arrondies, formant un tissu lacuneux, au milieu duquel on voit quelques laticifères de faible diamètre. L'endoderme ininterrompu présente les plissements caractéristiques. Le péricycle est fréquemment interrompu par de petits ilôts d'éléments libériens appuyés directement contre l'endoderme. Les faisceaux libéro-ligneux comprennent chacun une masse libérienne assez importante et quelques vaisseaux spiralés. Du côté du centre, une gaine de sclérenchyme complète le système. Elle ne compte en épaisseur qu'un ou deux éléments et s'appuie sur les îlots libériens dont nous avons parlé et sur les faisceaux libéro-ligneux. Ces derniers restent à l'état primaire. La moelle présente en son centre une grande lacune limitée par des cellules en dégénérescence.

Pédicelle floral. — Le pédicelle floral a absolument la même structure que la hampe florale; elle n'en diffère que par les cellules endodermiques qui contiennent de l'amidon, l'absence d'une gaine scléreuse périmédullaire, et l'absence de lacune dans la moelle formée de cellules amylifères.

Feuille. — La feuille à l'état jeune (fig. 12) est conique, allongée, légèrement aplatie dans le sens dorsi-ventral, avec un sillon peu accentué sur les deux faces. La section transversale est elliptique. Les épidermes des faces supérieure et inférieure sont semblables, dépourvus de stomates et composé de petites cellules ne renfermant pas de chlorophylle. Sous l'épiderme, le mésophylle est nettement divisé en deux sortes de tissus; l'un est composé de petites cellules arrondies, abondamment pourvues de protoplasma et de chlorophylle; l'autre est constitué par de grandes cellules arrondies à contenu clair, sans chlorophylle. Le premier est placé à la périphérie de la feuille, contre l'épiderme et forme aussi une bande médiane, large de 4 à 5 assises de cellules, qui relie les deux faces de la feuille, tandis que le second occupe l'espace laissé libre entre cette bande médiane et le mésophylle pariétal. A cet état la feuille ne présente encore aucune lacune. Trois faisceaux libéro-ligneux la parcourent, l'un situé au centre, les deux autres à la face supérieure de la feuille, dans le mésophylle chlorophyllien. Chacun d'eux est enveloppé

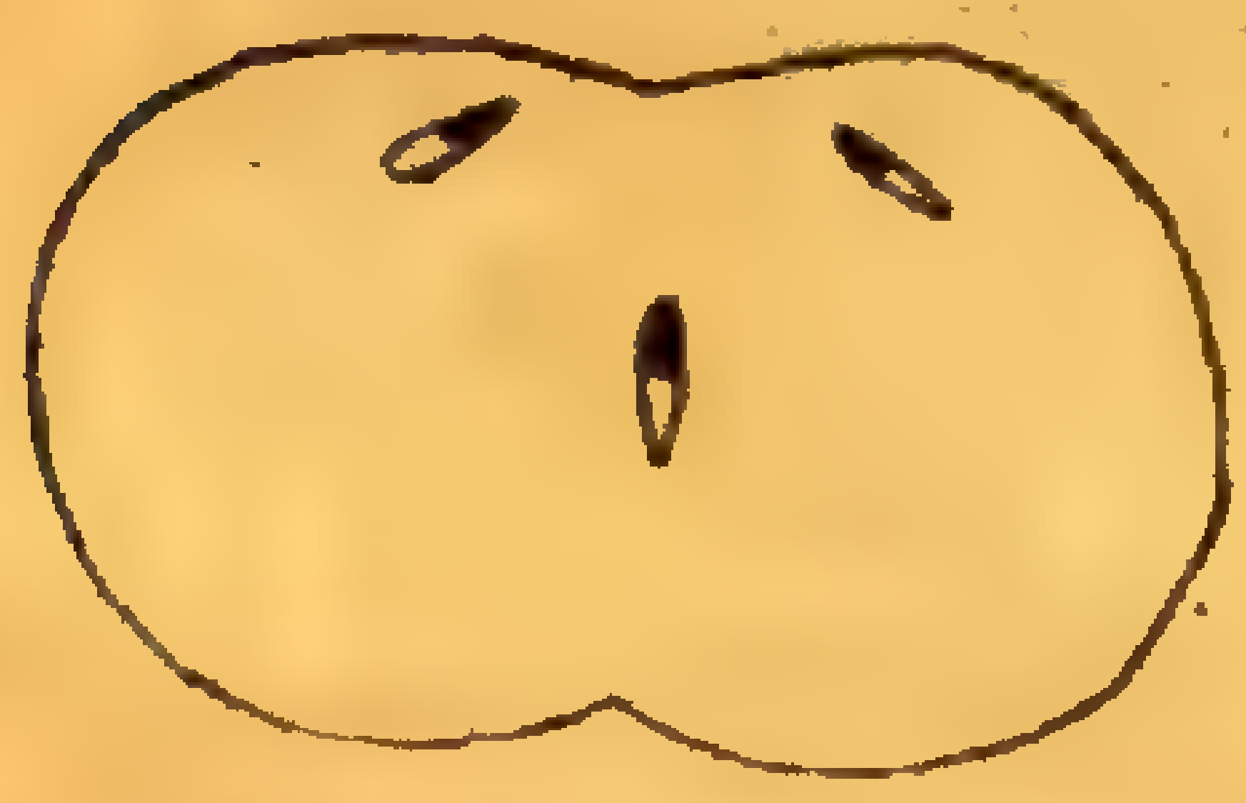


Fig. 12. — Coupe transversale schématique d'une feuille jeune.

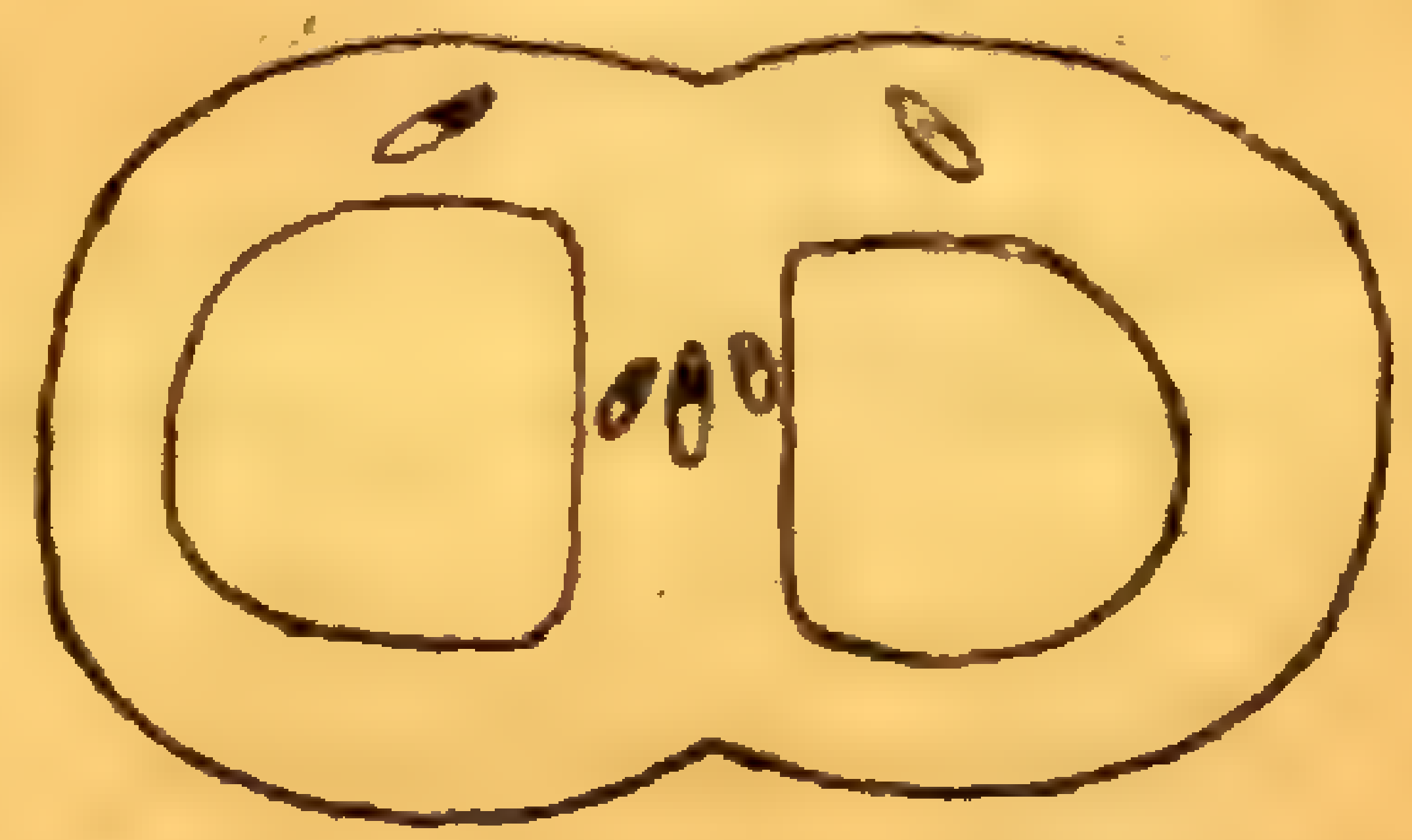


Fig. 13 — Coupe transversale schématique de la partie basilaire d'une feuille adulte.

d'un endoderme complet à cellules nettement plissées. La feuille adulte (fig. 13), arrondie à la base, s'aplatit et s'élargit à son extrémité où elle porte latéralement quelques mamelons brunâtres. Sa structure, bien connue, se relie intimement à la précédente dont elle diffère surtout par la présence de deux lacunes latérales séparées par une cloison médiane et provenant de la résorption des grandes cellules incolores dont j'ai parlé plus haut.

Je me bornerai à mentionner cependant la présence, non encore signalée, de stomates aérifères peu nombreux à la vérité et plus rares encore à la face supérieure qu'à la face inférieure. Je n'ai pu sur plusieurs centimètres en déceler que quelques-uns. La structure de l'extrémité de la feuille, structure qui n'a pas non plus été étudiée, est bien différente de la précédente. L'assise sous-épidermique supérieure prend le caractère d'une assise palissadique, à cellules légèrement allongées, renfermant abondamment de la chlorophylle. Au-dessous d'elle un mésophylle composé de cellules arrondies, chlorophylliennes forme un massif compact. Les grandes lacunes précédentes n'existent plus. Les faisceaux foliaires, au nombre de 5 à 6, s'étalent suivant la plus grande largeur de l'organe. Chacun d'eux est entouré comme précédemment par un endoderme. Les laticifères serpentent dans le mésophylle. Les faisceaux libéro-ligneux sont nombreux, par suite de la ramification des trois faisceaux de la base en un véritable réseau anastomotique dont les extrémités viennent se terminer sous les mamelons brunâtres dont nous avons parlé. Tswett (1) a fait l'étude de ces mamelons et des stomates aquifères qui les recouvrent. Je n'y reviendrai pas. J'ajouterai seulement que chez beaucoup de feuilles, les stomates aquifères et l'épiderme recouvrant les mamelons se détruisent et disparaissent. Il en est souvent ainsi d'une partie du mamelon, sans que les faisceaux arrivent jamais à se trouver en communication directe avec l'eau extérieure.

BRACTÉE. — Les bractées sont de petites lames vertes, épaisses, coriaces, à peu près aussi longues que larges, légèrement découpées à leur extrémité et présentant entre ces découpures, de petits mamelons brunâtres, qui portent comme dans les feuilles basilaires, de stomates aquifères. Près de son insertion, la bractée se rétrécit, puis se continue sur la hampe par une saillie proéminente. Trois faisceaux vasculaires pénètrent dans la bractée, s'unissent par des anastomoses et vers l'extrémité forment un réseau de petites nervures dont les dernières ramifications se terminent sous les massifs à hydatodes. Une section transversale de la bractée vers sa partie médiane (fig. 14) nous donne un croissant à concavité tourné vers l'axe de la hampe florale. Il existe de très nombreux stomates sur les deux faces. Sous chacun des deux épidermes existe une assise palissadique chlorophyllienne plus accentuée sur la face inférieure. Entre ces deux assises, se trouve le mésophylle, formé de cellules arrondies, abondamment pourvues de chlorophylle, laissant entre elles de grands méats et formant un tissu comparable au tissu lacuneux, foliaire que l'on rencontre généralement chez les plantes supérieures. Il n'y a pas de lacunes semblables à celles de la racine, de la feuille basilaire ou de la hampe florale. Les faisceaux libéroligneux, au nombre de 8 à 10, sont plongés dans ce mésophylle et sont plus rapprochés de la face supérieure dont ils ne sont séparés que par deux assises de cellules. Des laticifères à très faible diamètre se rencontrent dans le mésophylle à différents niveaux.

---

(1) Tswett : loc. cit.

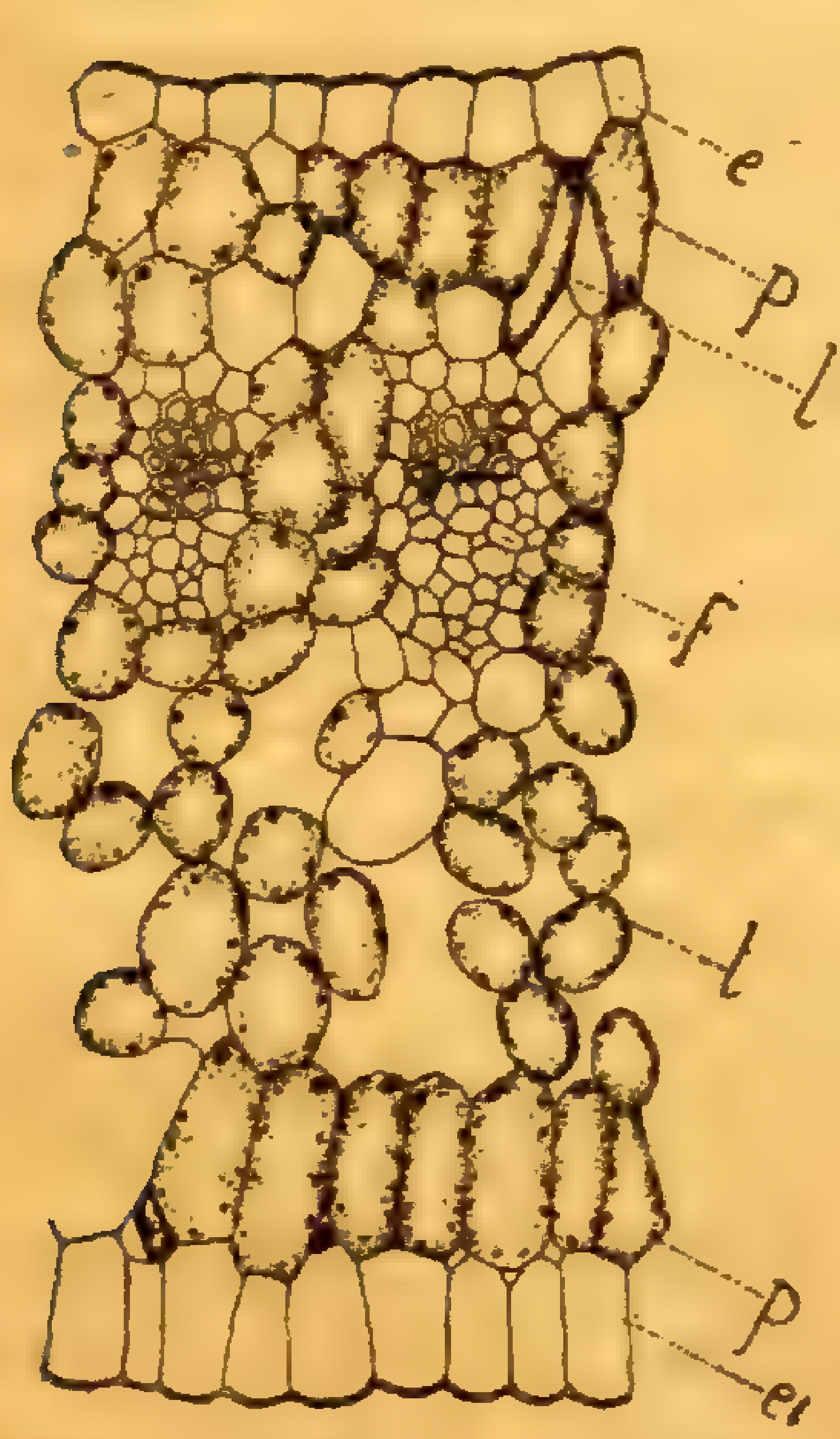


Fig. 14. — Coupe transversale d'une bractée, *e*, épiderme supérieur; *p*, assise palissadique; e^1, épiderme inférieur; *l*, laticifère; *f*, faisceau libéroligneux; *t*, tissu lacuneux.

II. — Comparaison du *Lobelia Dortmanna* L. et des autres espèces de Lobelias *(Lobelia Urens* L. et *Lobelia Erinus* L.)

Je vais comparer maintenant le résultat de mes observations sur le *Lobelia Dortmânna* avec la morphologie déjà connue des *Lobelia urens* et *Lobelia Erinus* que l'on trouve communément dans notre pays, afin d'essayer de dégager les différences de structure existant entre le type aquatique représenté par le premier et le type terrestre représenté par les deux autres. J'étudierai successivement les divers organes, sauf cependant le pédicelle floral qui présente la même structure chez les trois espèces.

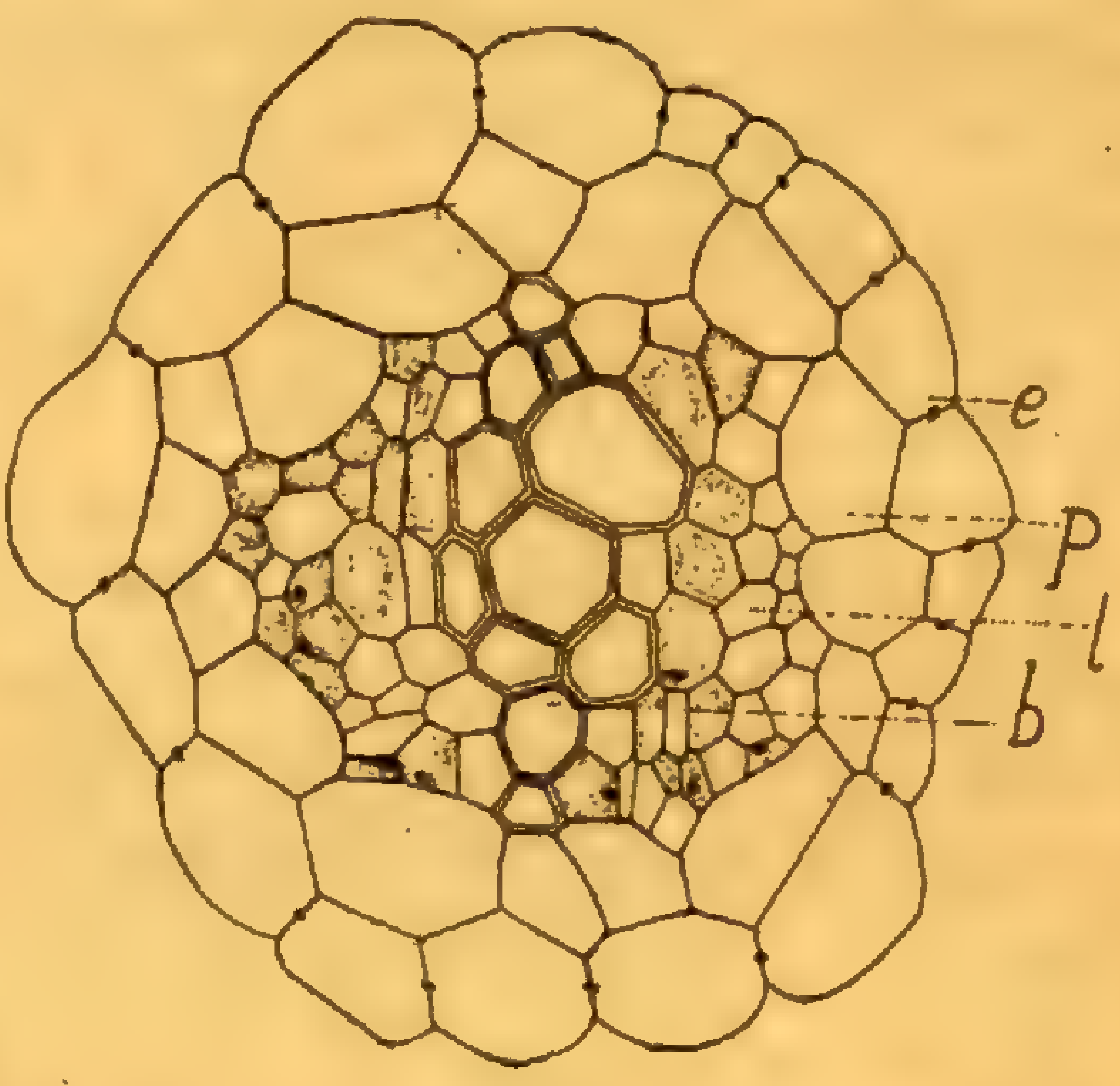


Fig. 15. — Section transversale du cylindre central de la racine jeune du *Lobelia Erinus*; *e*, endoderme; *p*, péricycle; *l*, liber; *b*, bois.

Racine. — A l'état jeune la racine des deux espèces terrestres possède *des poils absorbants*; leur zone corticale externe comprend trois à quatre assises de cellules; la zone interne peu développée chez *Lobelia Erinus* est importante chez *Lobelia urens*. L'une et l'autre enferment dans le cylindre central (fig. 15) deux faisceaux ligneux bientôt *réunis au centre par un tissu scléreux*, et deux faisceaux libériens alternant avec les premiers. La structure de la racine jeune de *Lobelia Dortmanna* est identique à celle-ci, plus spécialement à celle de *Lobelia urens*; mais sa *surface est glabre* et ses faisceaux ligneux restent toujours *séparés par une moelle non sclérifiée*. Dans la racine adulte (fig. 16),

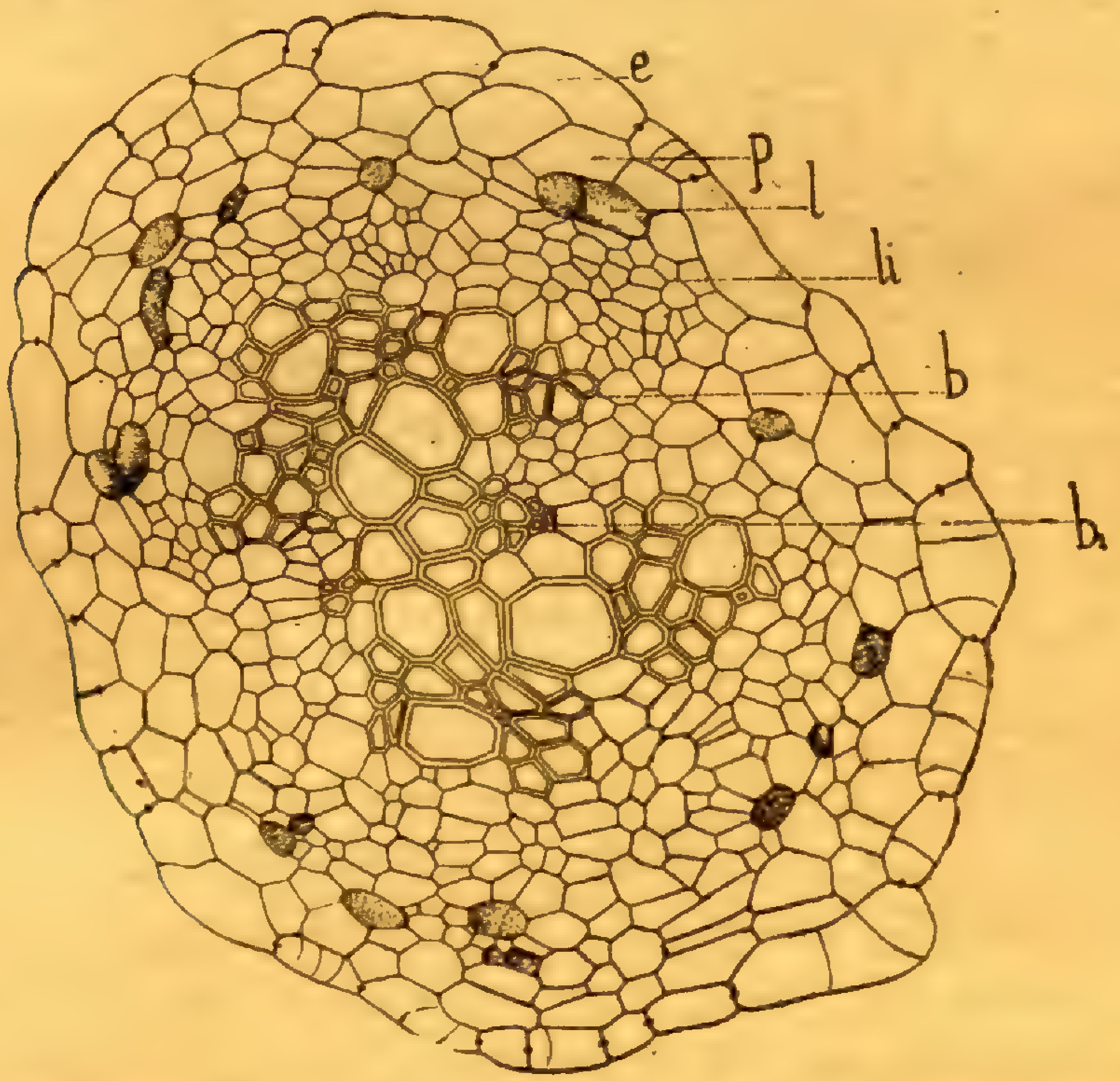


Fig. 16. — Section transversale du cylindre central de la racine du *Lobelia Erinus*. *e*, endoderme; *p*, péricycle ; *l*, laticifère; *li*, liber; *b*, bois secondaire; b_1, bois primaire.

chez les espèces terrestres, l'écorce reste *compacte*; dans le cylindre central se forment des masses libéro-ligneuses secondaires très importantes. Il existe de nombreux laticifères cantonnés dans le liber. Chez le *Lobelia Dortmanna*, l'écorce est *creusée de grandes lacunes*; le cylindre central reste à *l'état primaire* et ne présente pas de laticifères.

Tige aérienne. — Cet organe est vert, à section polygonale dans les deux plantes terrestres, légèrement ailé chez le *Lobelia urens*. L'épiderme montre des stomates et des poils. L'écorce comprend trois assises de cellules formant un tissu lacuneux. L'endoderme est simple, les *formations secondaires importantes* (fig. 17) et la moelle

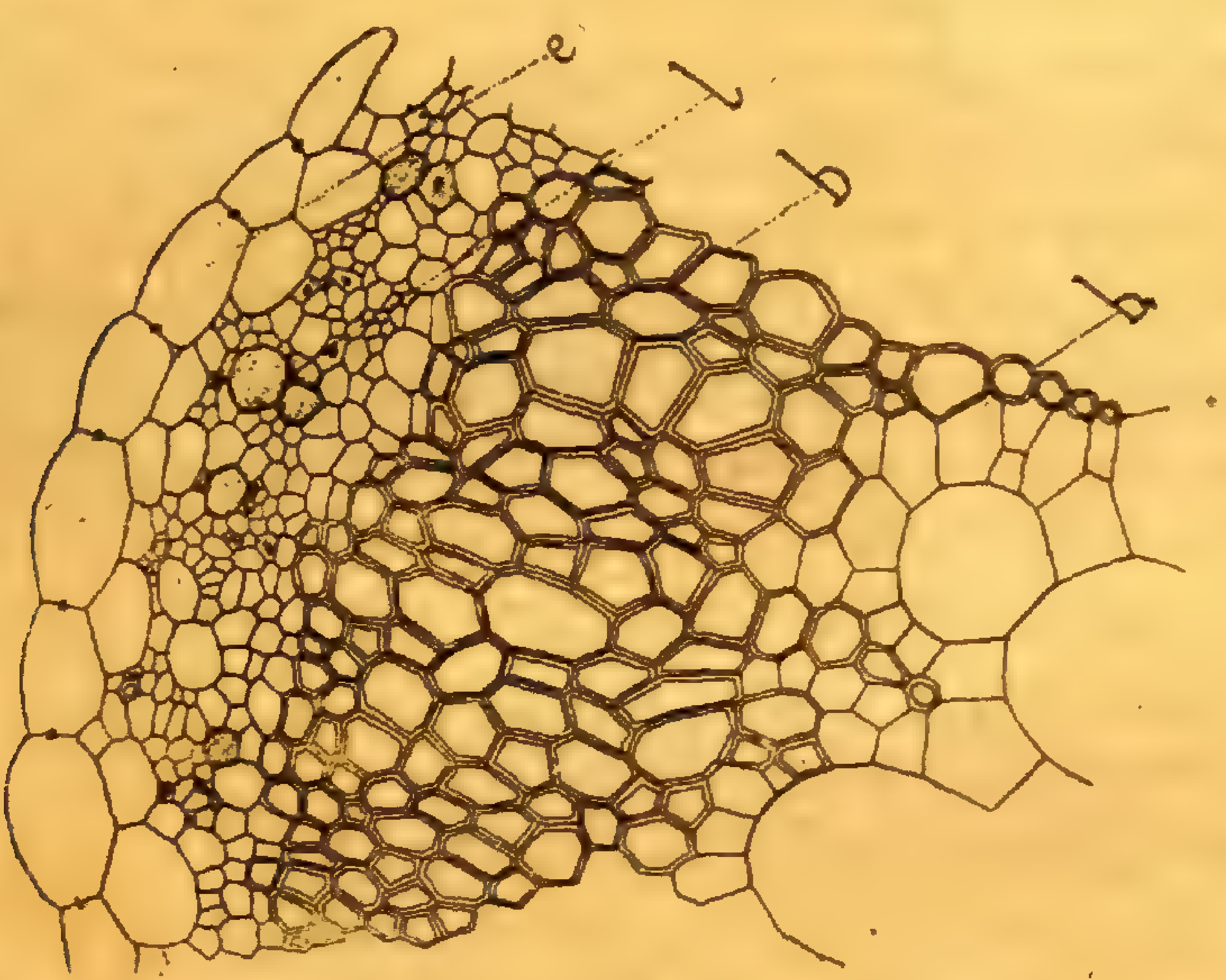


Fig. 17. — Section transversale du cylindre central de la tige du *Lobelia Erinus*. *e*, endoderme; *l*, laticifère; *b*, bois secondaire; b_1, bois primaire.

ubsiste. Dans le liber existent de nombreux laticifères. Chez le *Lobelia Dortmanna*, la tige est arrondie et *glabre*. L'épiderme montre des stomates, il *n'existe pas de formations secondaires*, mai une gaine de soutien périmédullaire, formée d'éléments sclérenchyme et la moelle renferme une *grande lacune*.

Feuille. — La structure de la feuille est normale dans les espèces terrestres (fig. 18). L'épiderme présente des poils et de *nombreux stomates*. Le parenchyme chlorophyllien se divise en tissu palissadique et en tissu lacuneux ordinaire, mais on n'observe pas la formation de vastes lacunes aérifères comparables à celles de *Lobelia Dortmanna.* Des laticifères se rencontrent dans les nervures et le mésophylle; la feuille présente des hydatodes à son extrémité. La feuille de *Lobelia Dortmanna* est *glabre*; elle présente aussi des hydatodes à son extrémité. L'épiderme montre de *rares stomates.* La différence de structure des deux faces est beaucoup moins accentuée que dans les espèces terrestres. Dans la plus grande partie de sa longueur elle est en outre creusée de *deux grandes lacunes latérales aérifères*, formées par résorption de cellules, tandis que son extrémité présente une structure normale.

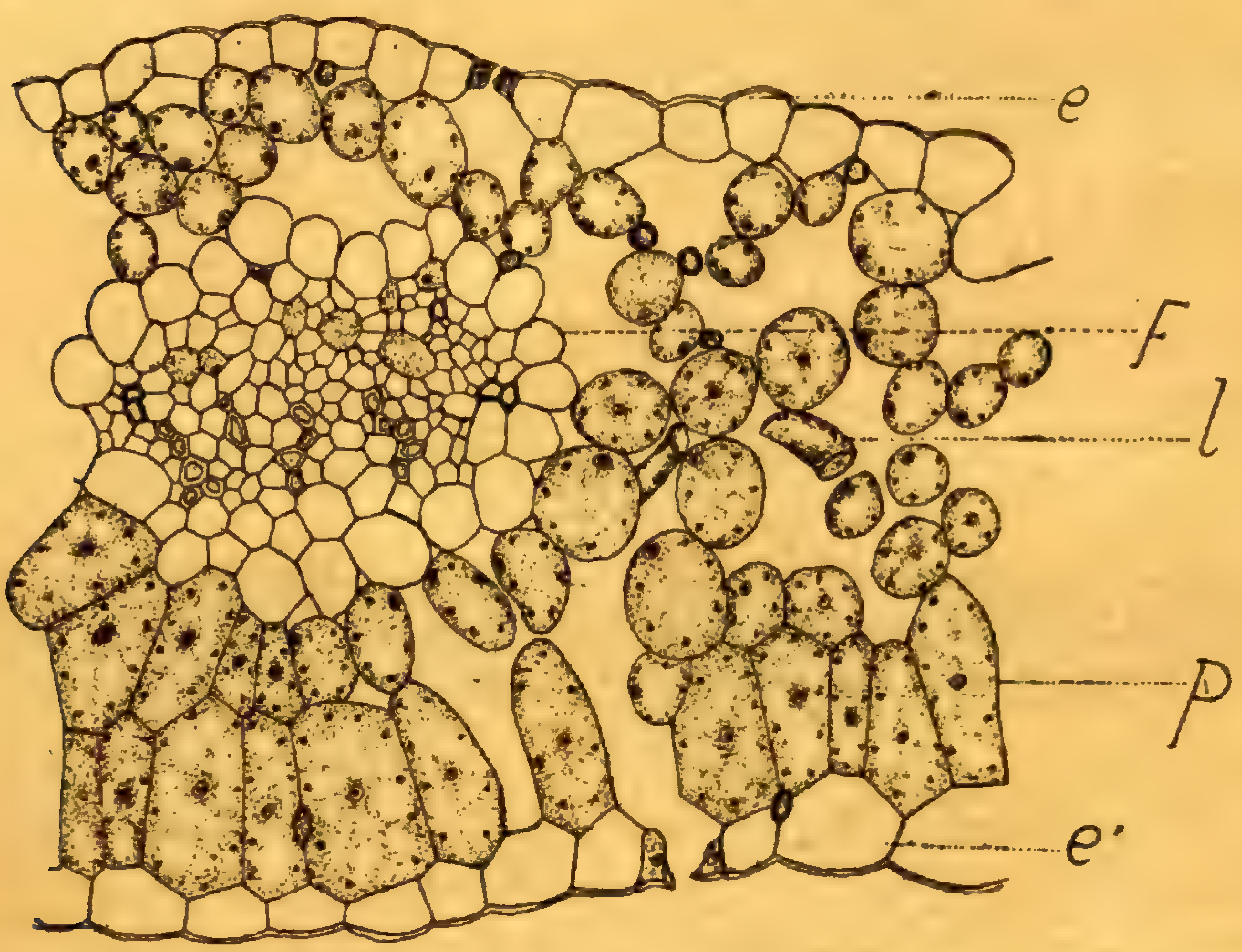


Fig. 18.— Section transversale de la feuille du *Lobelia Erinus*; *e*, épiderme inférieur; *f*, faisceau libéro-ligneux; *l*, laticifère; *p*, assise palissadique; e^1, épiderme supérieur.

CONCLUSIONS

En résumé, j'ai mis en évidence dans ce travail un certain nombre de particularités anatomiques intéressantes qui n'avaient pas encore été signalées dans le *Lobelia Dortmanna* et dont les principales sont la présence de laticifères non observés par Ydrac, l'existence de ponctuations des cellules corticales de la racine, les différences de structure des parties inférieure et supérieure de la feuille, la structure de la bractée, l'existence des stomates non encore observés sur les feuilles submergées, etc.

La comparaison que j'ai établie entre cette espèce et les espèces terrestres, montre qu'elle s'en rapproche au point de vue anatomique par :

1° Sa racine jeune à structure binaire;

2° L'existence de stomates sur la tige aérienne, les feuilles et les bractées;

3° La présence d'hydatodes à l'extrémité des feuilles et des bractées;

4° L'existence de laticifères dans la tige submergée, l'écorce de la hampe florale et l'extrémité de la feuille.

Elle s'en éloigne par :

1° L'absence de laticifères dans la racine;

2° La présence de cellules ponctuées dans la racine;

3° L'absence de poils sur la racine, la tige et les feuilles et la rareté des stomates sur ces deux derniers organes;

4° Le manque de formations secondaires dans la racine et la tige aérienne;

5° La présence de lacunes aérifères considérables, creusées dans l'écorce de la racine adulte, le mésophylle de la feuille adulte et la moelle de la hampe florale.

Parmi ces caractères différentiels quelques-uns d'entre eux, notamment les trois derniers, sont attribuables à l'influence du milieu aquatique, qui s'est ainsi profondément manifestée sur l'anatomie de cette espèce.

ÉDOUARD STRASBURGER

1er février 1844 — 19 mai 1912

(Suite)

Causes de la sexualité

Le problème dont la solution a le plus vivement sollicité l'attention de Strasburger pendant les dernières années de sa vie fut celui des causes de la sexualité (*Ursachen der Geschlecht*). Ce problème devait se poser d'ailleurs naturellement à son esprit à la suite de ses recherches et de ses découvertes sur la nature même de la sexualité, et cet enchaînement des études de Strasburger nous amène à constater l'admirable esprit de suite qui fait l'unité, l'harmonie de la vie scientifique de l'illustre savant. En 1900 (*Versuche mit dioecischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung*), nous trouvons dans son œuvre un mémoire spécialement consacré à ce sujet ; plusieurs autres se succèdent jusqu'en 1910, année où paraît un important mémoire (*U. Geschlechtbestimmende Ursachen*).

C'est un fait bien connu que chez beaucoup d'espèces de plantes, chaque individu est apte à produire les deux sexes, tandis que, chez d'autres espèces, des individus déterminés donnent seulement des mâles et d'autres individus seulement des femelles. On dit que ces dernières plantes sont à deux habitations ou dioïques (les sexes sont en effet logés dans deux individus différents) ; chez ces derniers, la reproduction sexuelle ne peut s'effectuer que si deux individus séparés trouvent l'occasion de se réunir ou tout au moins de réunir leurs éléments sexuels. Quel facteur déterminera chez ces plantes si l'individu qui naîtra sera mâle ou femelle ? A quel stade du développement le sexe sera-t-il ainsi déterminé ? Tel est le problème des causes de la sexualité dans ses traits essentiels.

Strasburger prend d'abord comme sujet d'étude une Hépatique — car les manifestations de diœcie sont largement répandues chez les plantes inférieures — le *Sphærocarpus.* Chez cette plante les spores qui naissent en tétrades dans une cellule-mère de spores restent longtemps réunies. Après de nombreux ensemencements de tétrades de spores, il conclut que toujours deux des spores réunies donnent des exemplaires mâles, les deux autres, des exemplaires femelles. Dans les cellules-mères des spores sont évidemment encore présentes les ébauches des deux sexes, leur disjonction ne s'opère qu'à la division d'où résultent les quatre spores.

Pour les plantes supérieures, Strasburger se place sur le terrain des considérations phylogénétiques : Celles-ci paraissent lui permettre d'affirmer que chez les plantes dioïques, les grains de pollen sont tous mâles, c'est-à-dire contiennent tous seulement l'ébauche du sexe mâle ; les cellules-œufs sont évidemment toutes seulement femelles ; mais Strasburger admet qu'il y a des degrés de puissance dans la tendance mâle des grains de pollen et cette tendance, par suite, agira tantôt fortement, tantôt faiblement. Qu'un grain de pollen à tendance mâle fortement accentuée vienne à féconder une cellule sexuelle femelle, il en résultera un individu mâle ; si la cellule-œuf se réunit, au contraire, avec un noyau mâle à tendance faiblement prononcée, alors naîtra un individu femelle.

Strasburger a expérimenté, dans le cas des plantes supérieures, surtout avec la Mercuriale et l'Ortie. Il fécondait des fleurs femelles de Mercuriale avec du pollen de fleur mâle et obtenait à peu près autant d'individus mâles que d'individus femelles. En examinant un grand nombre de plantes femelles, il trouve alors un certain nombre de pieds qui ne sont pas femelles pures (*rein weiblich*), mais qui portent à côté des fleurs femelles, quelques fleurs mâles aussi. L'emploi du pollen de ces dernières fleurs donne une descendance « femelle pure ». D'autre part on obtiendra des « mâles purs » si on féconde avec le pollen d'individus mâles les fleurs femelles qui çà et là ont pu apparaître sur des pieds mâles. Strasburger obtint des résultats analogues avec l'Ortie.

Strasburger a encore expérimenté avec le *Melandryum rubrum* Garcke (= *Lychnis dioica* Lin. pro p.) et il a, de plus, recherché sur cette dernière plante des traces histologiques du sexe, dans le but d'étayer la méthode phylogénétique. Il a observé, dans les divisions de maturation du pollen, des corps ayant l'apparence des hétérochromosomes connus chez les insectes : la plaque équatoriale hétérotypique montre, en effet, un geminus presque deux fois plus gros que les onze autres. Les deux chromosomes de ce geminus se séparent à l'anaphase pour apparaître à nouveau au cours de la division homœotypique. Le même fait se reproduit dans les divisions réductionnelles de la cellule-mère du sac embryonnaire et se retrouvent encore dans les mitoses somatiques (sommet des racines) chez les pieds mâles et femelles. Il s'y trouve une paire de chromosomes plus gros et plus longs. Il existe des cas connus, analogues, mais moins accentués, chez l'épinard, le chanvre et la mercuriale.

Strasburger tend à attribuer un rôle à ces hétérochromosomes dans le déterminisme du sexe par analogie avec ce que l'on a constaté chez les animaux, et, si ces hétérochromosomes sont rares chez les végétaux, Strasburger suggère que la substance qui les constitue peut y exister à l'état diffus, de même que le centrosome, général chez les animaux, est rarement nettement représenté chez les plantes supérieures.

Strasburger a recherché aussi si les tendances mâles plus ou moins marquées de grains de pollen se traduisaient par des différences histologiques chez ces grains; mais il a en vain étudié à ce point de vue la taille des nucléoles, les noyaux, etc.

Strasburger discute la théorie de l'hérédité mendélienne du sexe : les caractères sexuels ont toute l'apparence de caractères variétaux et l'existence d'une variété mâle et d'une variété femelle, chez une même espèce, est un fait banal; Mendel pensait déjà que sa loi pourrait s'appliquer à l'hérédité du sexe et Strasburger est au nombre de ceux qui ont dirigé leurs recherches dans cette voie. Il pense que les caractères sexuels opposés existent dans les deux sortes d'individus d'une espèce dioïque, seulement l'un cachant l'autre, aussi bien que dans un même individu d'une espèce hermaphrodite. Ce postulat est nécessaire pour comprendre la possibilité de l'apparition, dans un sexe, des caractères du sexe opposé, spontanément, comme dans la Mercuriale (1) ou l'Ortie, ou à la suite de diverses influences comme dans le cas, par exemple, de castration parasitaire (Giard, Magnin, Vuillemin); Strasburger avait fait à son tour, en 1900, une étude approfondie de l'influence de l'*Ustilago violacea* sur l'apparition des caractères femelles dans la fleur mâle du *Lychnis dioica*, et il conclut qu'il est incontestable que l'excitation provoquée par le parasite ait déterminé la formation des étamines; celles-ci auraient même atteint, sans doute, leur plein développement, si le parasite n'avait détruit une partie des tissus; il y a véritablement transformation des fleurs femelles en fleurs hermaphrodites. D'autres faits viennent encore à l'appui de la présence des deux sexes opposés : la formation de grains de pollen dans les ovaires de *Petunia* (Molliard), de *Rosa arvensis* (Masters), de macrospores dans les microsporanges de *Marsilia* (Shattuck), etc.

---

(1) Notre attention ayant été mise en éveil par la lecture du mémoire de Strasburger, nous avons observé attentivement, ce mois de septembre (1912), les pieds de Mercuriale et constaté, à notre grande surprise, que *presque* tous les pieds mâles portaient des inflorescences femelles ou mixtes avec des caractères secondaires très particuliers. Peut-être ce phénomène est-il attribuable à un été particulièrement humide. M. le Prof. Magnin, qui a examiné ces faits avec nous, et nous même, espérons faire connaître les résultats de nos observations à ce sujet.

Strasburger admet que, lors des cinèses de maturation, tous les caractères sexuels de l'espèce sont transmis aux descendants, même dans les espèces dioïques, mais qu'il y a chez celles-ci une *tendance sexuelle*, facteur particulier qui empêche la manifestation de l'un ou l'autre sexe. Ce facteur est peut-être, chez les Arthropodes, l'hétérochromosome, mais on n'a sur lui aucune indication chez les plantes et Strasburger en vient à supposer qu'il s'agit de différences qualitatives entre les divers œufs.

Il pense, enfin, qu'il peut être possible d'agir sur le déterminisme du sexe des organismes dioïques en faisant agir certaines excitations sur les tissus embryonnaires très jeunes. Il avait d'ailleurs, en 1900, publié un important mémoire à ce sujet et recherché expérimentalement, notamment avec *Lychnis dioica*, *Cannabis sativa*, et *Bryonia dioica*, l'action de différents facteurs : c'est ainsi qu'il recherche l'action de la lumière, du sol, de la nutrition, de la greffe, de l'âge, des éléments reproducteurs, des traumatismes, de la castration par traumatisme, de la castration parasitaire. Mais, sauf dans ce dernier cas, dont il reprend l'étude après Giard, Magnin, Vuillemin, il n'arrive pas à constater une action sensible sur la proportion des sexes chez les plantes mises en expérience. La nature du sexe se manifeste de très bonne heure chez les plantes dioïques et longtemps avant la floraison par l'apparition des caractères sexuels secondaires et l'on peut, chez le Lychnis, la Mercuriale ou le Chanvre prédire le sexe des fleurs au seul examen de l'appareil végétatif. Il semble donc que la nature du sexe est déjà déterminée dans les sommets végétatifs et que, pour espérer intervenir efficacement sur le déterminisme du sexe, il faudrait agir sur les tissus embryonnaires très jeunes; c'est ainsi que, dans les cas de castration parasitaire du *Melandryum* (*Lychnis*), Strasburger a constaté que le mycélium de l'*Ustilago* se montre d'abord dans les sommets végétatifs d'où il envahit la fleur au moment de son apparition.

Œuvres diverses

Strasburger fut avant tout un savant de laboratoire, mais, périodiquement, à l'époque des vacances, il allait goûter, soit à la montagne, soit aux bords de la Méditerranée — cette *Riviera* qu'il aimait particulièrement — le repos nécessaire après les périodes de tension d'esprit continuelle que lui imposait son formidable labeur. Mais ces voyages mêmes n'étaient pas perdus pour la Botanique; il ne dédaignait pas de s'occuper de systématique, et M. Mattirolo, qui eut l'occasion de le voir à l'œuvre, en Ligurie notamment, nous apprend combien son coup d'œil était prompt et sûr et quelle connaissance approfondie il possédait de l'espèce.

Il a publié ses impressions de voyage dans un beau livre : *Streifzüge an der Riviera* (1895), dont une troisième édition a paru peu de temps avant sa mort et qui fut traduit en plusieurs langues. Cet ouvrage, illustré d'aquarelles de Luisa Reusch, est une œuvre de haute vulgarisation contenant l'histoire anecdotique des principaux végétaux qui sont cultivés ou se développent naturellement dans cette partie de la côte qui s'étend de l'Esterel à la Spezia. C'est l'œuvre d'un artiste et d'un poète autant que d'un savant où se manifeste à chaque page l'émotion profonde de l'homme devant les impressionnants spectacles de la nature. Le langage austère et froid de la science, qu'il devait parler d'habitude, sait ici refléter les chaudes tonalités, les vapeurs diaprées, l'ambiance légère qui baignent les bords de la magique *riviera;* des feuillets de ce livre s'exhale « l'aromatique odeur du maquis ».

Cet ouvrage a naturellement plus contribué à faire connaître du public le nom de Strasburger que ses plus savants travaux. Prosateur de mérite, Strasburger a d'ailleurs écrit, outre l'ouvrage en question, des relations de voyage, des discours, etc., qui se trouvent épars dans diverses revues allemandes.

L'enseignement

Ce n'est pas seulement par ses travaux originaux et ses découvertes que Strasburger a exercé sur la Botanique moderne une grande influence, c'est aussi, et beaucoup, par son enseignement oral et par ses livres didactiques.

Des milliers d'auditeurs ont suivi ses cours à Bonn, des savants vinrent du monde entier s'initier dans son laboratoire à la technique cytologique et y recevoir l'inspiration du Maître. Ces élèves et ces savants, il nous serait difficile de les citer tous et peut-être oiseux de les énumérer, du moins pouvons-nous mentionner quelques-uns d'entre eux : H. Schenck, qui fut à Bonn de 1882 à 1896, d'abord comme étudiant, puis successivement comme assistant et *Privat docent* et qui est aujourd'hui professeur à Darmstadt ; de 1882 à 1889, Fr. Johow, maintenant professeur à Santiago du Chili, y fut assistant ; A. F. W. Schimper, mort comme professeur ordinaire à Bâle, y fut professeur extraordinaire ; Karsten lui succéda. Les successeurs de Johow ont été : Noll (mort professeur ordinaire à Halle A/S), puis Kœrnicke (1896-1908), actuellement professeur à l'Académie d'Agriculture de Poppelsdorf, près de Bonn, et enfin Schroeder et Bally.

Les nombreux savants étrangers qui ont travaillé à l'Institut de Bonn sont particulièrement des Américains, parmi lesquels nous citerons, comme le plus ancien, le professeur R. Harper, actuellement à New-York. On peut mentionner encore parmi les travailleurs de Bonn : Mottier, Allen, Miyake, Overton, J. Bretland Farmer, Juel, Salter, Osterhout, Swingle, Miehe, Rosenberg, Tischler, Magnus, Chamberlain, Lubimenko, Olive, Duggar, Berghs, Lewis, Lewitsky, etc., etc. (1).

L'action de Strasburger s'est encore manifestée d'une manière extrêmement active par ses livres didactiques, dans lesquels des milliers d'étudiants de tous pays se sont instruits dans la botanique. Ces traités sont au nombre de trois :

Le *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*, appelé quelquefois par antonomase, *Bonner Lehrbuch ;* sa première édition parut en 1894, et depuis se sont très rapidement succédées onze éditions. Ce livre a été traduit dans plusieurs langues, et la traduction anglaise a eu plusieurs éditions. Si la France n'a pas éprouvé le même besoin de traduction, étant donné l'admirable Traité qu'elle possédait dès cette époque, chaque botaniste n'en a pas moins le *Lehrbuch* sur sa table. Pour la rédaction de ce traité, Strasburger s'était adjoint ses éminents collaborateurs de l'Institut botanique de Bonn; tandis qu'il s'était réservé la Morphologie, F. Noll, puis L. Jost, rédigeaient la Physiologie; H. Schenck, les Cryptogames; A. F. W. Schimper, puis Karsten à la mort de celui-ci, les Phanérogames.

---

(1) Nous devons ces renseignements à l'extrême obligeance de M. le Professeur Schenck et de M. le Professeur M. Kœrnicke.

Ce qui caractérise le mérite de cet ouvrage, c'est le grand nombre de documents qu'il renferme sous une forme concise, la profusion des illustrations, leur netteté, avec l'innovation de figures en couleurs dans le texte, l'existence d'un appendice bibliographique qui est une mine précieuse de renseignements; ajoutons, enfin, la modicité du prix de l'ouvrage qui a certainement aidé encore à sa diffusion.

Pour le botaniste travaillant au laboratoire, Strasburger a écrit deux ouvrages précieux de technique : *Das botanische Practicum* (1884), qui a eu trois éditions, et *Das kleine botanische Practicum* (1884), qui a eu cinq éditions. Comme le *Lehrbuch*, ces ouvrages ont été traduits dans la plupart des langues modernes et ont eu, en anglais notamment, plusieurs éditions; le deuxième a eu une édition française.

L'extrême diffusion de ces livres a certainement contribué d'une façon notable à établir et maintenir l'unité de la science en imprimant à l'enseignement une même tendance et en coordonnant les efforts des chercheurs dispersés dans tous les pays du monde.

En 1894, à la mort de Pringsheim, Strasburger avait pris, avec Pfeffer, la direction du grand périodique connu sous le nom de *Pringsheim's Jahrbücher* ou *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, ce qui contribua encore à accroître son autorité ainsi que ses moyens d'action sur l'orientation des études botaniques.

Nous avons dit, au début de cette étude, quelles réflexions peut suggérer l'œuvre de Strasburger. L'index bibliographique suivant permettra d'en suivre l'évolution dans le temps et de s'y référer.

J. Beauverie.

BIBLIOGRAPHIE

(Cette Bibliographie n'est certainement pas complète, du moins nous sommes-nous efforcé de réunir le plus grand nombre possible d'indications).

1866. Asplenium bulbiferum. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Farnblattes mit besonderer Berucksichtigung der Spaltöffnungen und des Chlorophylle. Thèse de Doctorat, 1866.

Ce travail est manuscrit, nous en avons trouvé la mention dans la notice de Küster. Il est important, notamment parce qu'il renferme la première notion de la division du noyau au moment de la division cellulaire, notion que Strasburger affirmera plus complètement dans son grand travail de 1875.

— Z. Entwicklungsgesch. d. Spaltöffnungen (Leipzig), 1866, 8°. Le même en langue polonaise, Warschau (Varsovie), 1867.

1867. Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Spaltöffnungen. (Jahrb. fur Wissens. Bot., V, 1867, p. 297-342, pl. 35-42).

1868. Geschlechtsorgane und Befrucht. bei Marchantia. (Jahrb., VII).

1869. Die Befruchtung bei den Farnkräutern. (Jahrb. f. wiss. Bot., VII, 1869).

— Die Befruchtung b. d. Coniferen. Iéna, 1869, gr. 4.

1870. Die Bestäubung der Gymnospermen. (Jenaische Zeitschr. für Medic. und Naturw. Bd. VI, Heft 2, p. 249. Taf. VIII).

1872. Die Coniferen und die Gnetaceen. Eine morphologische Studie, 1 vol. in-8, de 442 p., avec un Atlas de XXVI planches. Leipzig, Verlag von Ambr. Abel, 1872.

1873. Ueber Azolla. Iéna 1873, gr. 8, VII Taf.

— Einige Bemerkungen über Lycopodiacen. (Bot. Zeit., 1873).

1874. Bedeutung phylogen. Methoden f. d. Erforsch. leb. Wesen. Iéna, 1874, gr. 8.

1875. Ueber Zellbildung und Zelltheilung, 1re éd., in-8° de IX, 256 p., 7 pl.; Iéna, 1875. — 2e édit. en 1875. — 3e édit. en 1880, in-8° de XII-392 p., 14 pl.

1876. Studien über das Protoplasma, 1876. (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Neue Folge, Bd. 3).

— Über Zellbildung und Zelltheilung, 2 Aufl., Iéna, 1876.

— Etudes sur la formation et la division des cellules, édition revue et corrigée, traduite de l'allemand avec le concours de l'auteur, par J. J. Kickx, Prof. à l'Université de Gand, avec 8 planches. Paris, Savy, 1876.

1878. Ueber Befruchtung und Zelltheilung. (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XI, p. 435).

— Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Iéna (G. Fischer), 1878, 8°, 75 p.

— Uber Polyembryonie. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 12, 1878, p. 647-670).

1879. Die Angiospermen u. d. Gymnospermen. Iéna, 1879, gr. 8.

— Ueber die Ovula der Angiospermen. (Sitzungsber. d. Jenaisch. Gesells., 10 mars 1879).

1880. Zellbildung und Zelltheilung. (Dritte völlig umgearbeitete Auflage, in-8, 391 pp. mit XIV Tafeln und einem Holzschnitt). Iéna (Fischer), 1880.

— Einige Bemerkungen über vielkernige Zellen und über die Embryogenie von Lupinus (Bot. Zeit., déc. 1880, p. 845).

1882. Róznica pomiedry róslnia a zwierzeciem (Distinction entre les animaux et les plantes) (Wszechświat, I, p. 577, 599, 616, Warschau, 1882) (polonais).

— Ueber den Bau u. das Wachsthum der Zellhäute. Iéna (Fischer), 1882, 8, 264 p. 8 pl.

— Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältniss der Kerntheilung zur Zelltheilung. Bd. 21, 8°, 115 p., 3 Tafeln, Bonn, 1882.

1884. Die Controversen der indirecten Kerntheilung. (Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXIII, p. 246-301, 8°, mit 2 Taf., Bonn, 1884).

— Ueber d. Befruchtungsvorgang b. Phanerog. als Grundl. e. Theorie d. Zeugung. Iéna, 1884, 8.

— Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung, 8°, 176 p., 2 pl. en lithographie. Iéna, 1884.

— Die Endospermbildung bei Daphne. (Ber. d. d. bot. Ges., 1884, p. 112).

— Zur Entwicklungsgeschichte der Sporangien von *Trichia fallax*. (Botanische Zeitung, XLII, 1884, n° 20-21, pl. III).

— Das botanische Practicum. Anleitung zum Selbstudium der mikroskopischen Botanik für Anfänger und Fort geschrittenere. 8°, 664 pp. Mit. 182 Holzschnitten. Iéna (G. Fischer), 1884.

Ce livre a eu trois éditions.

— Das kleine botanische Practicum für Anfänger. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik. Iéna (G. Fischer), 1884.

Ce livre a eu cinq éditions. Il a été traduit en diverses langues, notamment en français.

1885. Zu Santalum und Daphne. (Ibid. 1885, p. 105).

— Ueber fremdartige Bestäubung, 58 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg, vom 18-23 sept. 1885. (Voir in Botanisches Centralbl., T. XXI, 1885, p. 285).

— Die Kartoffelkrankheit « Wszechświat » in «Gazeta rolnicza ». (Jahrg. XXV, 1885, n° 26-29). (En polonais).

— Ueber Verwachsungen und deren Folgen. (Berichte der deutsch. botanischen Gesellschaft. Bd. III, 1885. Mittheilung aus der Generalversammlung in Strassburg i. E.).

1886. Uber fremdartige Bestäubung. (Jahrb. f. wiss. Bot., XVII, 1886).

1887. Handbook of practical botany; for the botanical laboratory and private students. Edited from the German by W. Hillhouse. Revised by the author and with many additional notes by author and editor, 8°, XI, 425 p. London (Swan Sonnenschein, Lowrey & Co), 1887.

— Das botanische Practicum... Zweite umgearbeitete Auflage, 1887.

1888. Histologische Beiträge, Heft I : Ueber Kern und Zelltheilung in Pflanzenreiche, nebst einem Anhang über Befruchtung, Iéna, 1888.

1889. Histologische Beiträge, Heft II : Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute, 8°, 186 p. mit 4 lith. Tafeln. Iéna (G. Fischer), 1889.

1890. Die Vertreterinnen der Geleitzellen im Siebtheile der Gymnospermen. Mit 1 Tfl. (Sitzungsb. der Königl. Preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1870, XIII).

1891. Histologische Beiträge, Heft III. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen, 8°, 1000 pp. Mit 5 lith. Tafeln und 17 Abbild. in Text. Iéna (G. Fischer), 1891

— Das Protoplasma und die Reizbarkeit., Iéna, 1891.

1892. Histologische Beiträge, Heft IV. Iéna, 1892.

I. Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgange bei den Gymnospermen, 1892, p. 1-46.

II. Schwarmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoïden und des Wesen Befruchtung, 1892, p. 47-158.

1893. Zu dem jetzigen Stande der Kern und Zelltheilungsfragen. (Anatomischer Anzeiger, 1893, p. 177-191).

— Über d. Saftsteigen. Über die Wirkungssphäre der Kerne und die Zellgrösse, Histolog. Beiträge, Heft. V. Iéna, 1893, 100 p.

— Das kleine botanische Practicum... Zweite umgearb. Aufl. 8°, Iéna, 1893.

— Ueber das Saftsteigen. (Histologische Beiträge Heft V), 8°, 94 p. Iéna (Fischer), 1893.

1894. Ueber periodische Reduction der Chromososomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. (Biologisches Centralblatt. Bd. XIV, 1894, n° 23 et 24).

— Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Strasburger, Noll F., Schenck H. und Schimper A. F. W. Mit 577 zum Theil farbigen Abbildungen. Iéna (G. Fischer), 1894.

Ce traité, désigné souvent sous le nom de « Bonner Lerhbuch » ou « Lehrbuch de Strasburger », a atteint, en 1911, sa 11e édition.

1895. Streifzüge an der Riviera. 1 Auflage, 1895.

Peu de temps avant sa mort l'auteur avait préparé une 3e édition, parue chez G. Fischer d'Iéna.

— Karyokinetische Problème. (Pringsheim Jahrb. 1895).

1896. 2e édit. du Lehrbuch.

1897. Cytologische Studien aus dem Bonner botanischen Institut: E. Strasburger, W. J. V. Osterhout, David M. Mottier, H. O. Juel, Br. Debski, R. A. Harper, D. G. Fairchild, W. T. Swingle, (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXX, 1897).

On y trouve les publications suivantes de Strasburger :

— Begründung der Aufgabe.

— Kernteilung und Befruchtung bei Fucus.

— Über Cytoplasmastrukturen, Kern-und Zelltheilung.

— Über Befruchtung.

— (En collaboration avec Mottier, D. M.). U. den zweiten Teilungsschrittin Pollenmutterzellen; Ber. d. deutsch. Bot. Gesel., XV.

1900. Über Reduktionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Histologische Beiträge, Heft VI, 1900, S. 185 ff.

— Einige Bemerkungen zur Frage nach der « doppelten Befruchtung » bei den Angiospermen. (Bot. Zeit., 1900, S. 293).

— Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsvertheilung. (Biologisches Centralblatt, vol. XX, 1900, p. 657, 689, 721, 753).

1901. Ueber Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. (Jahrb. wiss. Bot., Leipzig, 36, 1901, p. 493-610, avec 2 pl.).

— Ueber Befruchtung. (Bot. Zeitung, Leipzig, T. 59, 1901, Abt. 2, p. 353-368).

— Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei *Asclepias*. (Berichte der deutsch. botanischen Gesellschaft, Bd. XIX, 1901, p. 450, mit Tafel. 24).

1902. Ueber Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. (Jahrbucher fur wissensch. Botanik. Bd. XXXVI, H. 3, p. 493-610. Mit 2 Tafeln.

— Die Siebtüpfel der *Coniferen* in Rücksicht auf Arthur W. Hill's sœben erschienene Arbeit: The Histology of the Sieve-Tubes of *Pinus* (Botanische Zeitung, T. 60, 1902, n° 4, Spalte, 49-53).

— Ein Beitrag zur Kenntniss von *Ceratophyllum submersum* und phylogenetische Erörterungen. (Jahrb. wiss. Bot., Leipzig, T. 37, 1902, p. 477-526, avec 3 pl.).

— Das botanische Practicum... 4 umgearb. Aufl. Iéna (Fischer), 1902 (4+771 p.).

— Noll, Schenck, † Schimper A. F. W. Lehrbuch..., 5 verb. Aufl. Iéna (Fischer), 1902, VIII+563 p.

1903. Id. A Textbook of Botany. Translated by H. C. Porter, 2 nd. ed., revised with the 5 th German édit. by W. H. Lang. London. (Macmillan, 1903, p. IX+671, 686 fig.).

— Botanische Streifzüge an der Riviera di Levante. (Deutsche Rundschau, Berlin, 117, 1903, p. 83-111.)

1904. Streifzüge an der Riviera. (Mit zahlreichen botanischen Bemerkungen.). 2 ganzlich umgearbeitete Auflage. Iéna, 1904, 8°, XXVI, 481 p. mit 87 farbigen Abb.

— (Et autres). Lehrbuch... Traduction russe, 2e édit., St-Pétersbourg, 1904.

— Anlage des Embryosackes und Prothalliumbildung bei der Eibe nebst anschliessenden Erörterungen. (Denkschr.. d. Med.-Naturw. Gesell., Iéna [Festschr. f. E. Hæckel], 1904, 4°, 16 pp., 2 Taf.).

— Ueber Reductionstheilung. (Sitzber. Akad. Berlin, 1904, Heft 18, p. 587-614, mit Abb.).

— Noll, Schenck et Karsten. Lehrbuch... 6 umgearb. Aufl., Iéna (Fischer), 1904, p. VIII+591.

— Die Apogamie der Eualchimillen und allgemeine Gesichtspunkte die sich aus ihr ergeben. (Jahrb. f. wiss. Bot., Leipzig, Bd. 41, 1904, p. 88-164, avec 4 pl.).

— Das kleine botanische Praktikum fur Anfänger... 5 umgearb. Aufl., Iéna (Fischer), 1904, VIII+256 p.

— Id. Traduct. en russe, Moscou, 1904, par Butkevič; préface de Timiriazev. 271 p. avec 128 fig.

1905. Die Samenanlage von *Drymis Winteri* und die Endospermbildung bei Angiospermen. (Flora, Marburg, Bd. 95, 1905, H. I, p. 215-231, Taf. VII-VIII).

— Unserer lieben Frauen Mantel (Alchemille). Eine phylogenetische Studie. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Iéna, T. 20, 1905, p. 49-56.)

— Die stofflichen Grundlagen der Vererbung im organischen Reich. Versuch. einer gemeinverständlichen Darstellung. Iéna (G. Fischer), 1905, p. VIII-68). Pringsheim Jahrb. (Sur le *Cytisus Adami*).

— Strasburger, E.; Allen, Charles E.; Miyake, Kûchi und Overton, James B., Histologische Beiträge zur Vererbungsfrage:

I. Typische und allotypische Kernteilung. Ergebnisse und Erörterungen, von E. Strasburger. (Jahrb. wiss. Bot., Leipzig, T. 42, 1905, p. 1-71, avec 1 pl.).

II. Das Verhalten der Kernsubstanzen während der Synapsis in den Pollenmutterzellen von *Lilium canadense*, von Charles E. Allen, *l. c.*, p. 72-82, avec 1 pl.

III. Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen, von Küchi Miyake. *l. c.*, p. 83-120 avec 1 planche.

IV. Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen, von James Bertram Overton. *l. c.*, p. 121-153, avec 2 planches.

— Noll, Schenck, Karsten. Lehrbuch... 7 umgearb. Aufl., Iéna (Fischer), 1905 (VIII+598 p.).

1906. Zu dem Atropinnachweis in den Kartoffelknollen. Berlin. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft. Bd. 24, 1906, p. 599-600).

— Zur Frage eines Generationswechsels bei Phaeophyceen. Bot. Zeitung, Leipzig, Bd. 64, Abt. 2, 1906, p. 1-7.

— Noll, Fritz; Schenck, Heinrich u. Karsten, George. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 8, umgearb. Aufl. Iéna (G. Fischer), 1906, (VIII+627 p.).

— Rambles on the Riviera, Translated. from German by O. and B. Comerford Cersey, London (Unwin), 1906, (XXIII+444 p., 87 pl. col.).

1907. Apogamie bei *Marsilia*. Flora, Iéna, T. 97, 1907, p. 123-191, mit. 6 Taf.

— Ueber die Verdickungsweise der Stämme von Palmen und Schraubenbäumen. (Jahrb. wiss. Bot., Leipzig,T. 43, 1907, p. 580-628, avec 3 pl.).

— Ueber die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage. (Jahrb. f. wiss. Bot., Leipzig, T. V, 44, 1907, p. 482-555 avec 3 pl.).

— Die Ontogenie der Zelle, seit 1875. Progressus rei botanicae. Iéna, T. I, 1907, p. 1-138, 40, text. fig.

1908. Einiges über Characeen und Amitose. Wiesner-Festschrift, Wien., p. 24-47, 1 Taf.

— Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. (Jahrb. f. wiss. Bot., Leipzig, Bd. 45, 1908, p. 479-570, 3 Taf.).

— Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. Anleitung zum Selbstudium der mikroskop. Botanik u. Einführung in die mikroskop. Technik. 6 umgearb. Aufl., Iéna (G. Fischer), 1908 (VIII+258 p.).

— Noll, Fritz; Schenck, Henrich; Karsten, George. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 9 umgearb. Aufl., Iéna (G. Fischer), 1908, (VII+628 p.).

— Id. Textbook, 3 th. English edit. revised with the 8 th. German edit. by W. H. Lang. London (Macmillan), 1908 (X+746 p., 779 fig., pl. col.).

1909. Das weitere Shicksal meiner isolierten weiblichen *Mercurialis annua* Pflanzen. (Zeitschrift für Botanik, Iéna, 1, 1909, 507-525, 1 pl.).

— Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung, XVI + 122 p., 3 Taf. In Histolog. Beiträgen, VII; G. Fischer, Iéna, 1909.

— Meine Stellungnahme zur Frage der Pfropfbastarde. (Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXVII, 8, p. 511-528, 1909.

— Die Chromosomenzahlen der *Wikstrœmia indica* L. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg, sér. 2, suppl. (Treub-Festschrift), p. 13-19.

1910. Chromosomenzahl (Flora, C. p. 398-446, 1910. avec 1 pl.).

— Sexuelle und apogame Fortpflanzung bei Urticaceen. (Jahrb. wiss. Bot. XLVII, p. 245-288, 4 pl., 1910).

— Ueber geschlechtbestimmende Ursachen (Jahrb. wiss. Bot., XLVIII, 4, p. 427-520, 2 pl., 1910).

— Der feinere Bau der Zellen und die Erblichkeit. Neue Weltanschauung. Monatschrift für Kulturfortschritt auf naturwissenschaftliches Grundlage. Leipzig, 3, 1910 (12-19); in : Sward, A. C. Darwin and modern science (102-111).

— Jost, Ludwig; Schenck, Heinrich u. Karsten, George. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 10 umgearb. Aufl., Iéna (G. Fischer), 1910 (VII+651 p.).

— Kernteilungsbilder bei der Erbse. (Flora, CII, 1, p. 1-23, 1 pl., 1911).

1911. Handbook of Practical Botany. (Traduction anglaise. 7ᵉ édit. London, 1911, 8°, 560 p. ill.).

— Jost, Schenk et Karsten. Lehrbuch..., 1911, 11ᵉ édit., 8°, VIII, 646 p. 780 fig. en partie coloriées.

Sans indication de date :

Ueber *Scolecopteris elegans* Zenk. einen fossile Farn aus der Gruppe der Marattiaceen, in-8, 15 p., 2 pl.

LES HISTOLOGISCHE BEITRÄGE. (1888-1909). (1).

1888. Histologische Beiträge. Heft I: Ueber Kern-und Zelltheilung im Planzenreiche, nebst einem Anhang über Befruchtung. 8°, 258 p. Iena (G. Fischer) 1888.

1889. Histologische Beiträge. Heft II: Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute. 8°, 186 p. Mit 4 lith. Tafeln. Iena (G. Fischer) 1889.

1891. Histologische Beiträge. Heft III. Ueber den Bau und die Verrichtungen des Leitungsbahnen in den Pflanzen, 8°, 1000 pp. Mit 5 lith. Tafeln und 17 Abbild. in Text. Iena (G. Fischer) 1891.

1892. Histologische Beiträge. Heft IV. — I. Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungs-Vorgänge bei den Gymnospermen. Histologische Beiträge. Heft IV. 1892, p. 1-46).

II. Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoïden und des Wesen Befruchtung (l. c. p. 47-158).

1893. Histologische Beiträge. Heft V.: Üb. d. Saftsteigen. Üb. d. Wirkungssphäre d. Kerne u. d. Zellgrösse. 8°, 94 p. Iena 1893.

1900. Histologische Beiträge. Heft VI: Über Reduktionteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich, 185 p., 1900.

1909. Histologische Beiträge. Heft VII: Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung, XVI et 122 p.; G. Fischer, Iena, 1909.

J. BEAUVERIE
Faculté des Sciences de Lyon.

---

(1) Nous croyons utile de grouper ici les mémoires qui composent cette collection.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Paul Parmentier. — **Les Noyers et les Carya en France.** *Espèces et variétés, culture, maladies, produits.* (Vigot, éditeur, 23, place de l'Ecole-de-Médecine, Paris, 1912).

Cet ouvrage est destiné à appeler l'attention des Pouvoirs publics sur des arbres d'une très grande importance économique et à provoquer la culture de ces arbres sur tout le sol français.

Le Noyer est à la veille de disparaître de nos cultures si on ne prend des mesures sérieuses pour le protéger. Les plus beaux spécimens n'existent déjà plus, leur bois ayant été vendu jusqu'à 300 fr. le mètre cube, surtout au profit de l'Allemagne. On exploite maintenant des sujets de 25 à 30 ans qui n'ont encore aucune valeur industrielle. Nos arsenaux sont au dépourvu; ils ne trouvent plus de Noyers pour leurs besoins croissants. Enfin on ne remplace généralement pas les arbres abattus par de nouvelles plantations.

On ne doit pas se désintéresser de cette situation inquiétante. Il est, en effet, peu de plantes agricoles aussi rémunératrices que le Noyer. Un hectare de terrain, planté de Noyers, peut produire annuellement pour 1.000 à 1.200 fr. de noix d'un écoulement très facile, indépendamment de la valeur croissante du bois.

Le reproche fait à cet arbre de ne fructifier qu'à partir de sa quinzième année et d'être très sensible aux gelées printanières, n'a plus de raison d'être aujourd'hui, grâce à la culture des meilleures variétés à floraison tardive et au greffage qui favorise le développement des fruits dès la cinquième année de plantation.

Le choix de ces variétés, ainsi que leurs aptitudes culturales, les qualités nécessaires du sol, l'établissement de la pépinière, les méthodes de plantation, les procédés de greffage, les soins d'entretien, les maladies du Noyer, la récolte des noix, leur préparation pour la vente, l'huile et les tourteaux de noix, ainsi que les autres produits secondaires, toutes ces choses sont exposées clairement dans l'ouvrage de M. Parmentier.

Enfin, et ce qui augmente encore l'intérêt de ce livre, les *Noyers exotiques* et les *Carya*, grands et beaux arbres de 30 mètres de hauteur, très rustiques et se reproduisant naturellement, dont les plus remarquables (Noyer noir, Noyer cendré, Noyer blanc, Carya des pourceaux, etc.) réussissent admirablement en France, soit isolément soit en mélange avec les essences de nos forêts, sont décrits dans l'ouvrage. Les forestiers et les propriétaires de parcs y trouveront de précieuses indications.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Un Congrès s'est réuni le 10 Novembre 1912, à Gratz, à l'occasion du centenaire de la Société des Sciences naturelles de Styrie.

⁂

M. Le Monnier, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy, a demandé à faire valoir ses droits à la retraite, et est nommé Professeur honoraire à partir de novembre 1912.

⁂

M. Jules de Seynes, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, bien connu par ses travaux de Mycologie, est mort à Paris, à l'âge de 79 ans.

⁂

Un Congrès international de Pathologie comparée s'est réuni à Paris, du 17 au 23 Octobre.

La section de Pathologie végétale était présidée par M. Matruchot, Professeur à la Sorbonne. Les rapporteurs de cette section étaient MM. Louis Dop, Jakob Eriksson, Louis Blaringhem et O. Larcher.

Les gouvernements suivants étaient représentés officiellement : la France, par M. Roux, Directeur au Ministère de l'Agriculture; la Belgique, par M. Marchal; le Danemark, par M. Kolpin Ravn; la Hollande, par M. Ritzema Bos; la Hongrie, par M. Kövessi; l'Italie, par M. Cuboni; la République-Argentine, par M. Huergo; la Russie, par M. de Jaczewsky; la Suède, par M. Eriksson; la Suisse, par M. Müller-Thurgau; l'Institut international d'agriculture de Rome était représenté par M. le marquis Cappelli, président, et M. Louis Dop, vice-président.

Parmi les questions qui ont été discutées figurait un projet d'organisation internationale contre les maladies des plantes. A la suite d'un examen qui se prolongea au cours de deux séances, les congressistes émirent un vœu qui fut immédiatement pris en considération par le gouvernement français dans la personne de son délégué officiel,

M. Roux. Le gouvernement français prend l'initiative d'une conférence internationale qui se tiendra à Rome en avril 1913 et où les diverses nations seront représentées par des savants spécialistes. Les mesures d'ordre international élaborées à cette conférence par les techniciens seront soumises aux gouvernements des divers Etats par les soins de l'Institut international d'Agriculture de Rome, qui comprend, comme on sait, des représentants officiels de tous les pays civilisés.

⁂

On annonce la mort de M. François Kamienski, Professeur à l'Université d'Odessa, connu dans la science par ses belles recherches sur l'anatomie des Primulacées, sur les Utriculaires, et sur bien d'autres sujets intéressants. M. Kamienski est décédé à Varsovie, à l'âge de 61 ans.

⁂

Dans sa dernière séance, le Conseil d'Administration du Touring-Club a décidé d'organiser un grand Congrès forestier, lequel sera international et se tiendra à Paris en juin 1913.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

I. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE

Arcichovskij, V. — Einführung in die Pflanzenanatomie ohne Mikroskop. (*Bulletin du Jardin impérial botanique de Saint-Pétersbourg*, T. XII, livraison 1, 1912).

Col. — Sur les fascicules libériens anormalement placés dans les feuilles de Gentianées. (*C. R. du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Conrard, L. — Recherches sur la fleur, le fruit et la graine du *Cedrela sinensis*. (*Imprimerie Chaix*, 11, boulevard St-Michel, 1911).

Daniel Jean. — Étude sur les branches longues et les branches courtes de quelques arbres. (*Revue bretonne de Botanique*, 1912).

Dauphiné, A. — De l'évolution de l'appareil conducteur dans le genre *Kalanchoe*. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, *Botanique*, T. XV, 1912).

Delf. — The attaching discs of the Ulvaceæ. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Digby, L. — The cytology of *Primula kewensis* and of other related *Primula* hybrids. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Duthie. — Anatomy of *Gnetum africanum*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Farmer. — Telosynapsis and parasynapsis. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Faull, J.-H. — The cytology of *Laboulbenia chaetophora* and *L. Gyrinidarum*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Gatin, C.-L. — Les Palmiers. (*Doin, éditeur, Paris*, 1912).

Gatin, C.-L. — Sur la structure de l'embryon des Zingibéracées et des Marantacées. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Gèze, J.-B. — Études botaniques et agronomiques sur les *Typha* et quelques autres plantes palustres. (*Thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur ès sciences naturelles*, 1912).

Gibbs. — On the development of the female strobilus in *Podocarpus*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

GRIGGS, F.-R. — The development and cytology of *Rhodochytrium* (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

GUILLIERMOND, A. — Sur les leucoplastes de *Phajus grandifolius* et leur identification avec les mitochondries. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

GUILLIERMOND, A. — Sur le mode de formation des chloroleucites dans les bourgeons des plantes adultes. (*C. R. de la Société de Biologie*, T. LXXII, p. 459, 1912).

GUILLIERMOND, A. — Sur les mitochondries des organes sexuels des végétaux. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

GUILLIERMOND, A. — Les levures, 565 pages, 163 figures dans le texte. (*Doin*, 8, Place de l'Odéon, Paris, 1912).

HAMET, R. — Sur les formations libéro-ligneuses anormales de la tige des *Greenovia*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

HAMET, R. — Sur le développement des formations médullaires des *Greenovia*. (*Annales des Sciences naturelles*, 9^e^ série, *Botanique*, T. XV, 1912).

HAUMAN-MERCK. — Sur un cas de géotropisme hydrocarpique chez *Pontederia rotundifolia* L. (*Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, T. IX, 1912).

HAUMAN-MERCK. — Observations sur la pollination d'une Malpighiacée du genre *Stigmaphyllon*. (*Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, T. IX, 1912).

HAUMANN-MERCK. — Observations d'éthologie florale sur quelques espèces argentines et chiliennes. (*Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, T. IX, 1912).

HERTER. — Die Sexualität der Pilze. (*Wochenschrift für Braueri* 1912).

HICKEL, R. — Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France. Première partie. Conifères, 179 p., 93 fig.. (Hickel, 11 *bis*, rue Champ-la-Garde, Versailles, 1911).

HILL. — On the seedling structure of certain Centrospermæ. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

HILL. — The production of hairs on the stems and petioles of *Tropæolum peregrinum* L. (*Annalso f Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

HILL and DE FRAINE. — On the seedling structure of certain Centrospermæ. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

HOLDEN, R. — Some Features in the anatomy of the Sapindales. (*The Botanical Gazette*, T. III, 1912).

HOLDEN, R. — Reduction and reversion in the north american Salicales. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

HOLLINSHEAD, M. — Notes on the seedling of *Commelina communis*, L. (*Contributions from the botanical laboratory of the University of Pennsylvania*, 1911).

HUME. — The histology of the sieve tubes of *Pteridium aquilinum*, with some notes on *Marsilia quadrifolia* and *Lygodium dichotomum*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

JACOB DE CORDEMOY, H. — Sur la structure de deux Mélastomacées épidendres à racines tubérisées de l'Est de Madagascar. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

LE TOUZÉ, H. — Contribution à l'étude histologique des Fucacées. (*Mémoire pour le Diplôme d'études supérieures*, Paris, 1912).

LIGNIER, O. — Stomates des écailles interséminales chez le *Bennettites Morièri* (Sap. et Mar.). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4^e série, T. XII, 1912).

LLOYD and CHARLES S. RIDGWAY. — The behavior of the nectar gland in the Cacti, with a Note on the development of the trichomes and areolar cork. (*The plant World*, Vol. 15, 1912).

MAC DOUGAL. — Induced and occasional parasitism. (*Bulletin of the Torrey botanical Club*, Vol. 38, 1911).

MAGNUS, W. — Mycorrhiza. (*Botanische Wandtafeln*, XIII, 1911).

MONNET, P. — Sur des germinations monocotylées de *Brassica*. (*Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1912).

PEARSON. — On the microsporangium and microspore of *Gnetum*, with some notes on the structure of the inflorescence. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

PÉNAU, H. — Contribution à la cytologie de quelques microorganismes. (*Imprimerie Le Bigot, 25, rue Nicolas-Leblanc, Lille*, 1911).

PLANCHON, L. — Sur l'*Osyris alba* L. (*Bulletin de la Société Botanique de France*, T. LIX, 4^e série, T. XII, 1912).

REED, T. — Some points in the morphology and physiology of fasciated seedlings. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

REYNOLDS. — Relations of parasitic Fungi to their host plants. (*The botanical gazette*, Vol. LIII, N° 5, 1912).

RICHARD, J. — Notes d'excursions au Croisic. Observations sur les *Fucus*. (*Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, 1911).

SAMUELS. — Études sur le développement du sac embryonnaire et sur la fécondation chez le *Gunnera macrophylla* Bl. (*Thèse présentée pour obtenir le titre de Docteur de l'Université*, Paris, 1912).

SHERFF. — The vegetation of Skokie Marsh, with spécial reference to subterranean organs and their interrelationships. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, N° 5, 1912).

SOUÈGES, R. — Développement de l'ovule et du sac embryonnaire chez les *Adonis*. (*Anatomischer Anzeiger*, 1912).

SPRATT, ETHEL, R. — The morphology of the root tubercles of *Alnus* and *Elæagnus*, and the polymorphism of organism causing their formation. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

Stevens, E. N. — Observations on heterostylous plants. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Stevens, E. N. — The Morphology of the seed of Buckwheat. (*The Botanical Gazette*, T. LIII, 1912).

Stiles.— The Podocarpeæ. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Thoday. — On the inflorescence axis in *Gnetum*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, N° CII, 1912).

Thompson, P. W. — Ray tracheids in *Abies*. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Tison, A. — La nervation dichotomique chez les Conifères. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Tison, A. — Sur la persistance de la nervation dichotomique chez les Conifères. (*Bulletin de la Soc. Linnéenne de la Normandie*, 6e sér., Vol. IV, 1912).

Vermoessen, C. — Contribution à l'étude de l'ovule, du sac embryonnaire et de la fécondation dans les Angiospermes. (*La Cellule*, T. XXVII, 1911).

Viala, P. et P. Pacottet. — Les « Chlamydospores » du Black Rot. (*Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1912).

Vidal, L. — La croissance terminale de la tige et la formation des bourgeons chez l'*Equisetum palustre*. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e sér., *Botanique*, T. XV, 1912).

West W. et G. S. West. — A monograph of the British Desmidiaceæ, 191 p., 128 pl. (*Ray Society*, *Londres*, 1912).

II. — PHYSIOLOGIE

André, G. — Déplacement par l'eau des substances nutritives contenues dans les graines. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Berg, A. — Activité diastasique de divers organes d'*Ecballium elaterium* A. Rich. — Rôle physiologique de la pulpe entourant les graines. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bertrand, G. — Extraordinaire sensibilité de l'*Aspergillus niger* vis-à-vis du manganèse. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bertrand, G. — Sur le rôle capital du manganèse dans la formation des conidies de l'*Aspergillus niger*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Block, A. — Uber Stärkegehalt und Geotropismus der Wurzeln von *Lepidium sativum* und anderer Pflanzen bei Kultur in Kalialaunlösungen. (*Inaugural-dissertation*, *Berlin*, 1912).

Boyer, G. — Sur plusieurs espèces de champignons obtenues récemment en cultures pures. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXVI, 1912).

Boyer. — Culture du *Lentinus tigrinus* B. en milieu stérilisé. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXVI, 1912).

Boyer. — Sur la culture du *Pholiota præcox, Psalliota arvensis* et *Psalliota pratensis* en milieu stérilisé. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXVI, 1912).

Briggs and Shantz. — The relative wilting cœfficients fort different plants. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Briggs and Shantz. — The wilting cœfficient and its indirect determination. (*The Botanical Gazette*, T. III, 1912).

Chodat et Monnier.— Recherches sur l'augmentation en poids des plantes. (*Archives hes Sciences physiques et naturelles*,T. XXXIII 1912).

Combes, R. — Sur les lignes verticales dessinées par le *Chlorella vulgaris* contre les parois des flacons de culture. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série. T. XII, 1912).

Combes, R. — Influence de l'éclairement sur le développement des Algues. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Combes, R. — Sur une méthode de culture des plantes supérieures en milieux stériles (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Desroche, Paul. — Action du gel sur les cellules végétales. (*C. R. des séances de la Société de Biologie*, T. LXXII, 1912).

Desroche, P. — Action de la chaleur sur une algue mobile. (*C. R. des séances de la Société de Biologie*, T. LXXII, 1912).

Desroche, P. — Influence de la température sur les zoospores de *Chamydomonas* (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Harris. — The influence of the seed upon the size of the fruit in *Staphylea*. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, No 5, 1912).

Lutz, L. — Comparaison de l'azote nitrique et de l'azote total dans les plantes parasites et saprophytes. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Mac Dougal. — An attempted analysis of parasitism. (*The botanical Gazette*, Vol. LII, No 4, 1911).

Mackenzie, M. — Phyto-phenology in its application to the plants of the Philadelphia Neiglsborhood. (*Contributions from the botanical laboratory of the University of Pennsylvania*, 1911).

Marion Delf. — Transpiration in succulent plants. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, No CII, 1912).

Mazé, P. — Recherches sur les relations de la plante avec les éléments nutritifs du sol. Loi du minimum et loi des rapports physiologiques. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Molliard, M. — Comparaison des galles et des fruits au point de vue physiologique. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Molliard, M. — L'azote dans les feuilles panachées et les feuilles normalement dépourvues de chlorophylle. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4^e série, T. XII, 1912).

Monteverde N. A. et V. N. Lubimenko. — Recherches sur la formation de la chlorophylle chez les plantes. II. (*Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1912).

Muntz, A. et H. Gaudechon. — Mémoire sur l'assimilation de l'acide phosphorique par les plantes. (*Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 4^e série, 1912).

Nadson, G.-A. — Mikrobiologische Studien. (*Bulletin du Jardin impérial botanique de Saint-Pétersbourg*, T. XII, livraison 2-3, 1912).

Osterhout. — The permeability of protoplasm to ions and the theroy of antagonism. (*Science*, Vol. XXXV, 1912).

Palladin und Kraule. — Zur Kenntnis der gegenseitigen Abhângigkeit zwischen Eiweissabbau und Atmung der Pflanzen, I. (*Biochemische Zeitschrift*, p. 290, 1912).

Peirce, J. G. — The liberation of heat in respiration. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Picado. — Sur la nutrition chez les Broméliacées épiphytes. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Porodko, T. — Vergleichende Untersuchungen über die Tropismen. I, Mitteilung. Das Wesen der chemotropen Erregung bei den Pflanzenwurzeln. (*Berichte der deustchen Botanischen Gesellschaft*, Bd. XXX, Heft. 1, 1912).

Porodko, T. — Vergleichende Untersuchungen über die Tropismen. II. Mitteilung. Thermotropismus der Pflanzenwurzeln. (*Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, Bd. XXX, Heft., 6, 1912).

Pouget, I. et D. Chouchak. — Influence de la concentration des solutions de substances nutritives sur leur absorption par les végétaux. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Ravin. — Nutrition carbonée des Phanérogames à l'aide de quelques acides organiques et de leurs sels potassiques. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Rivas, D. — Bacteria and other Fungi in relation to the soil. (*Contributions from the botanical laboraty of the University of Pennsylvania*, 1911).

Robert M^{elle}. — Mode de fixation du calcium par l'*Aspergillus niger*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Russell W. — Remarques sur la floraison automnale du Cornouiller sanguin. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4^e série, T. XII, 1912).

Trillat, A. — Influence favorable exercée sur le développement de certaines cultures par l'association avec le *Proteus vulgaris*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Trillat et Fouassier. — Influence de la nature des gaz dissous dans l'eau sur la vitalité des microbes. Cas du B. typhique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

True, R. H. and Bartlett, H. H. — Absorption and excretion of salts by roots, as influenced by concentration and composition of cultur solutions. (*U. S. Department of agriculture. Bureau of plant industry. Bull.*, nº 231, 1912).

Ulrich, E. B. — Leaf Movements in the Family Oxalidaceæ. (*Contributions from the botanical laboratory of the University of Pennsylvania*, 1911).

Van der Wolk. — Investigation of the transmission of light stimuli in the seedlings of *Avena*. (*Publications sur la Physiologie végétale. Macdonald, Nimègue*, 1912).

Van der Wolk. — Recherches au sujet de certains processus enzymatiques chez *Beta vulgaris*; vitalité de la membrane cellulaire; résultats nouveaux concernant l'influence de la température sur la perméabilité. (*Publications sur la Physiologie végétale. Macdonald, Nimègue*, 1912).

Van der Wolk. — Uber den Retzbegriff und dessen Analyse. (*Publications sur la Physiologie végétale. Macdonald, Nimègue*, 1912).

Weevers, Th. — Betrachtungen und Untersuchungen über die Nekrobiose und die letale Chloroformeinwirkung. (*Recueil des Travaux botaniques Néerlandais*, Vol. IX, Livr. 2, 1912).

III. — **CHIMIE VÉGÉTALE**

Bertrand, G. et Mme Rosenblatt. — Activité de la sucrase d'*Aspergillus* en présence de divers acides. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bielecki et Wurmser. — Action des rayons ultraviolets sur l'amidon. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bourquelot, Em. et Melle A. Fichtenholz. — Sur la présence de l'arbutine dans les feuilles du *Grevillea robusta* (Protéacées). (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bourquelot, Em. et M. Bridel. — Sur une action synthétisante de l'émulsine. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bourquelot, Em. et M. Bridel. — Action de l'émulsine sur la gentiopicrine en solution dans divers liquides organiques neutres. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bourquelot, Em. et M. Bridel. — Action de l'émulsine sur la salicine en milieu alcoolique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Bourquelot, Em. et M. Bridel. — De l'action synthétisante et de l'action hydrolysante de l'émulsine en milieu alcoolique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Félix, M. — Études monographiques sur les Renoncules françaises de la section *Batrachium*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Finet, A. — Orchidée nouvelle d'Amboine : *Phalænopsis Hombronii*. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 8, 1912).

Forti, A. — Contribuzioni diatomologiche. (*Atti del Reale Istituto Veneto di Sc. Lett. ed Arti*, T. LXXI, 1911-1912).

Forti, A. — Diagnoses Myxophycearum novarum. (*Atti dell' Academia d'agr., scienze, lettere, arti e comm. di Verona*, Série IV, 1911).

Fron, G. — Sur une Mucédinée de la Cochylis (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc. 1912).

Gagnepain, L. — Sur le *Budleia curviflora*. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 7, 1912).

Gagnepain, F. — Cæsalpiniées nouvelles d'Indo-Chine. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 7, 1912).

Gagnepain, F. — Cæsalpiniées nouvelles (II). (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 8, 1912).

Gain, L. — La flore algologique des régions antarctiques et subantarctiques. (*Thèse présentée pour obtenir le titre de Docteur ès sciences naturelles*, Paris, 1912).

Gandoger, M. — Notes sur la flore espagnole, XI. (*Bulletin de la Société Botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Gandoger, M. — Additamenta ad floram Europæ recentiora. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Griffon, Ed. et A. Maublanc. — Les Microsphœra des Chênes et les périthèces du blanc de Chêne. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Guffroy, Ch. — Notes sur la flore bretonne. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Guillaumin, A. — Remarques sur la synonymie de quelques plantes néo-calédoniennes (VI) : Ombellifères et Rubiacées. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 7, 1912).

Guillaumin, A. — Remarques sur la synonymie de quelques plantes néo-calédoniennes (VIII). (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 8, 1912).

Hamet, R. Recherches sur le *Sedum Malladræ* Chiovenda. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Hamet, R. — Sur le *Sedum Clusianum*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Hamet, R. — Sur les *Kalanchoe synsepala et K. trichantha*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Hara, K. — On Coccoidiaceæ. (*The Botanical Magazine*. Vol. XXVI, No 305, 1912).

HARIOT, P. et N. PATOUILLARD. — Champignons récoltés par M. R. Chudeau. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

HAYATA, B. — On some interesting plants from the islands of Formosa. (*The Botanical Magazine*, V. XXVI, No 304, 1912).

HAYATA, B. — Les *Parnassia* du Japon. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

HOWE, H. — The Lichens of the Linnean Herbarium with remarks on Acharian material. (*Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 1912).

HY, F.— Recherches sur le *Tulipa sylvestris*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

LAGARDE, J. — *Plicaria Persoonii* (Crouan) Boudier. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

LAMBERTIE, M. — Notes sur deux plantes rares de la Gironde. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXVI, 1912).

LECOMTE, H. — Deux nouveaux *Eriocaulon* d'Indo-Chine. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 7, 1912).

LECOMTE, H. — Sur une Sapindacée du Siam. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

LEMOINE (Mme). — Sur les caractères généraux des genres de Mélobésiées arctiques et antarctiques. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

LEMOINE (Mme). — Algues calcaires (Mélobésiées) recueillies par l'expédition Charcot 1908-1910. (*C. R. Acad. des Sciences*, 1912).

LEMOINE (Mme) et M. MOURET. — Sur une Algue nouvelle pour la France (*Peyssonnelia polymorpha* Zan. Schmitz). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

LUIZET, D. — Contribution à l'étude des Saxifrages du groupe des *Dactyloides* Tausch (10e et 11e articles). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

MACFARLANE, J.-M. — New species of *Nepenthes*. (*Contributions from the botanical laboratory of the University of Pennsylvania*, 1911).

MAIRE, R. — Sur quelques Champignons parasites du littoral normand. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

MAKINO, T. — Observations on the flora of Japan. (*The Botanical Magazine*, V. XXVI, No 304, 1912).

MAKINO, T. — Observations on the Flora of Japan. (*The Botanical Magazine*, Vol. XXVI, No 305, 1912).

MANGIN et PATOUILLARD. — Les Atichiales, groupe aberrant d'Ascomycètes inférieurs. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

MATSUDA, S. — A list of plants collected in Soo-chow, China by Prof. Matsumura and K. Ono. (*The Botanical Magazine*, Vol. XXVI, No 305, 1912).

Monnet, P. — Sur quelques Erysimums nouveaux et quelques localités nouvelles pour la flore de l'Asie Orientale. (*Notulæ systematicæ*, T. II, N° 8, 1912).

Nakai, T. — Flora Koreana. (*Journal of the Collège of Science, Impérial-University of Tokyo*, Vol. XXXI, 1911).

Nakai, T. — Notulæ ad Plantas Japoniæ et Koreæ, IV. (*The Botanical Magazine*, V. XXVI, N° 304, 1912).

Nakai, I. — Plantæ Hattæ vel, materiæ ad floram Koreanam et Manshuricam. (*The Botanical Magazine*, Vol. XXVI, 1912).

Nakai, T. — Plantæ Millsianæ Coreaneæ.(*The Botanical Magazine*, Vol. XXVI, 1912).

Naroumow, N. — Sur une nouvelle espèce de Pyrénomycète : *Pleospora batumensis* nov. sp. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Nelson, A. —Contributions from the Rocky Mountain Herbarium, X. New plants from Idaho. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, 1912).

Patouillard, N. — Quelques champignons de la Guinée française. (*Bull. Soc. Mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Patouillard, N. — Quelques champignons de Costa-Rica. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

Perrot, E. — Les caractères histologiques du *Panda eleosa* Pierre, et sa place dans la classification. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Reynier, A. — Sur le *Sedum Clusianum* Guss. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série T. XII, 1912).

Roland-Gosselin, R. — Les *Rhipsalis* découverts en Afrique sont-ils indigènes ? (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Rouy, G. — Sur le *Sedum Clusianum*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Sartory, A. et G. Bainier. — Mucédinées nouvelles, *Trichoderma varians*, *Fusoma intermedia*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e sér., T. XII, 1912).

Sawada, K. — On *Helicobasidium Tanakæ* Myabe. (*The Botanical Magazine*, V. XXVI, N° 304, 1912).

Viguier, R. et A. Guillaumin.— Les formes de jeunesse des Araliacées de Nouvelle-Calédonie. (*Notulæ systematicæ*, T. II, N° 8, 1912).

Vouaux. — Synopsis des champignons parasites des Lichens. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

Vuillemin, P. — Sur une nouvelle espèce de *Tilachlidium* et les affinités de ce genre. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*. T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

V. — VARIATION, HÉRÉDITÉ

Blaringhem, L. — Note préliminaire sur l'hérédité des maladies cryptogamiques de quelques espèces. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Buchet, S. — Le cas du *Lolium temulentum* L. et celui de l'*Althæa rosea* Cav. — Réponse à M. Blaringhem. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Chauveaud, G. — Sur l'apparition d'un rameau du type *Cytisus purpureus* sur un jeune *Cytisus Adami*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Daniel, L. — Sur la transformation d'un Chrysanthème à la suite du bouturage répété. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Dode. — Sur la production, par hybridation des deux sexes, d'une espèce dioïque exotique dont un seul sexe a été introduit. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Griffon, Ed. — Greffage et variations d'ordre chimique. (*Bulletin de la Société Botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Nakano, H. — Variation in the seeds and pulp-vesicles of *Citrus aurantium* L. subsp. *nobilis* Mak. (*The Botanical Magazine*, V. XXVI, No 304, 1912).

Weiss, F. E. — Researches on Heredity in plants. (*Memoirs and Proceedings of the Manchester Lit. and Phil. Society*, 1911-1912).

VI. — PATHOLOGIE ET TÉRATOLOGIE

Ali Riza. — Une maladie des feuilles de *Pelargonium peltatum*. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

Bondarzew, A. — Neue Pilzkrankheiten an Kulturpflanzen. (*Bulletin du Jardin impérial botanique de Saint-Pétersbourg*, T. XII, livraison 2-3, 1912).

Cotte, J. — Encore le *Rhus Coriaria* L. d'Aubagne. Réponse à M. Buchet. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Mangin, Maurice. — Contribution à l'étude de la maladie des Ronds du Pin. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Molliard, M. — Duplicature florale d'origine parasitaire chez le *Bellis perennis* L. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Pfeiffer. — Abnormalities in prothallia of *Pteris longifolia*. (*The Botanical Gazette*, Vol. LIII, No 5, 1912).

Rant, A. — Uber die Djamœr - œpas - krankheit und über das *Corticum Javanicum* Zimm. (*Bulletin du Jardin Botanique de Buiteuzorg.*, 2e série, N° IV, 1912).

Vincens, F. — Une maladie des Eucalyptus. (*Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 1911).

VII. — PALÉONTOLOGIE

Berry, E. — A revision of the fossil Ferns from the Potomac group which have been referred to the genera *Cladophlebis* and *Thyrsopteris*. (*Proceedings of the United Stades National Museum*, Vol. 41, pages 307-332, 1911).

Carpentier, A. — Découverte d'un *Psaronius* à structure conservée dans le Westphalien inférieur du Nord de la France. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Coulter. — The relations of Paleobotany to Botany. 1 Phylogeny and Taxonomy. (*American naturalist*, 1912).

Forti, A. — Primo elenco delle Diatomee fossili contemite nei calcari marnosi biancastri di Monte Gibbio (Sassuolo-Emilia). (*Nuova Notarisia*, série XXIII, 1912.)

Stopes, M. C. — Petrifactions of the earliest european Angiosperms. (*Philosophical transactions of the Royal Society of London*, Séries B, Vol. 203, 1912).

VIII. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE

Ballé, E. — Espèces du genre *Pogonatum* se trouvant aux environs de Vire (Calvados). (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Bouly de Lesdain, M. — Écologie d'une petite panne dans les dunes des environs de Dunkerque (Phanérogames et Cryptogames). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Camus, E. G. — Sur la dispersion des espèces du genre *Eragrostis* dans l'Asie orientale. (*Notulæ systematicæ*, T. II, N° 8, 1912).

Comère, J. — Additions à la flore des Algues d'eau douce du pays Toulousain et des Pyrénées Centrales. (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, Vol. XLIV, 1911).

Cozette. — Catalogue des Algues marines du Nord de la France et des côtes de Normandie. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Harshberger, J. W. — An hydrometric investigation of the influence of sea water on the distribution of salt marsh and estuarine plants. (*Proceedings of the American philosophical Society*, Vol. I, N° 201, 1911).

Hickel, R. — Remarques à propos de la communication de M. l'abbé Letacq. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Krascheninnikow, I. — Eigene Beobachtungen über die Verteilung der Wald- und Steppenformationen im Kreise Tscheljabinsk in Jahre, 1910. (*Bulletin du Jardin impérial botanique de Saint-Pétersbourg*, T. XII, livraison 1, 1912).

Letacq. — L'If (*Taxus baccata* L.) et le Sapin (*Abies pectinata* D. C.) sont-ils indigènes en Normandie ? (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Maire, R. — Remarques sur l'indigénat du Sapin en Normandie. (Remarques sur la communication de M. l'abbé Letacq). (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Massart, J. — Le rôle de l'expérimentation en géographie botanique. (*Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, T. IX, 1912).

Mugnier, L. — Curieux cas de Géographie botanique : *Euphrasia salisburgensis* Funk en Haute-Marne. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Paulsen, Ove. — Studies on the vegetation of the Transcaspian Lowlands. (*The second Danish Pamir expedition. Copenhague*, 1912).

Pohle, R. — Vorläufiger Bericht über eine Reise in das Seengebiet der Provinz Archangel (1911). (*Bulletin du Jardin impérial botanique de Saint-Pétersbourg*, T. XII, livraison 2-3, 1912).

Poisson, Henri. — Recherches sur la flore méridionale de Madagascar. (*Gauthier-Villars*, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1912).

Shreve. — The influence of low temperatures on the distribution of the Giant Cactus. (*The Plant World*, Vol. 14, N° 6, 1912).

Sudre, H. — Les *Rubus* du Nord de la France ou Catalogue méthodique des Ronces des départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, des Ardennes, de l'Aisne et de l'Oise. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

Verhulst, A. — La station de l'*Equisetum variegatum* Schleicher dans le Jurassique belge. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLIX, Fasc. 2, 1912).

IX. — **BOTANIQUE APPLIQUÉE**

Bultel, G. — Sur le forçage des végétaux et notamment sur celui du Fraisier soumis aux vapeurs d'éther. (*Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*, 4^{e} série, T. XIII, 1912).

Daigremont (M^{me} J.). — La culture des plantes alpines aux basses altitudes. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4^{e} série, T. XII, 1912).

Gatin, C.-L. — Le goudronnage des routes et son action sur la végétation avoisinante. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, Botanique, T. XV, 1912).

Gola, G. — Osservazioni sopra i liquidi circolanti nel terreno agrario. (*Annali della R. Academia di Agricoltura di Torino*, Vol. LIV, 1911).

Groth, B. H. A. — The Sweet Potato (104 pages, 54 planches). (*Contributions from the botanical laboratory of the University of Pennsylvania*, Vol. IV, 1911).

Guillochon, L. — Le Cotonnier en Afrique du Nord. (*Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*, 4e série, T. XIII, 1912).

Mottet. — Le *Rhododendron lacteum*. (*Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*, 4e série, T. XIII, 1912).

Pinoy, E. — Sur la conservation des bois. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLIV, 1912).

Sawada, K. — Hypochnus on some cultivated plants in Formosa. (*The Botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 305, 1912).

Vincens, B. F. — Étude sur des avoines moisies. (*Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 1911).

X. — SUJETS DIVERS

Bataille, Fr. — Miscellanées mycologiques. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

Bataille, Fr. — Deux champignons comestibles peu connus. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

Bonnier, G. — Notice sur M. Adolphe Pellat. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Chalon, Jean. — Les arbres remarquables de la Belgique. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLIX, Fasc. 2, 1912).

Demay, Ch. — Empoisonnement par les Morilles. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XXVIII, 2e Fasc., 1912).

De Toni. — Edoardo Bornet (1828-1911). (*Nuova Notarisia*, série XXIII, 1912).

De Vilmorin, Ph. — Liste des plantes en fleurs ou sur le point de s'épanouir, développées à l'air libre à Verrières-le-Buisson (Seine-et-Oise), le 24 janvier. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Gerbault. — La défense des stations botaniques. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1911).

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Histoire naturelle d'un lac de Madagascar (avec 2 figures dans le texte), par MM. H. Jumelle et H. Perrier de la Bâthie . 5

Contribution à la cytologie de quelques microorganismes (avec 8 planches) par M. Henry Pénau 13, 68, 113, 149

Contribution à l'étude histologique des Fucacées (avec 1 planche et 5 figures dans le texte) par M. H. Le Touzé 33

Le fer est-il le catalyseur dans l'oxydation des phénols par la peroxydase du Raifort ? par MM. H. Colin et A. Sénéchal. 49

Notes sur l'anatomie des organes de quelques *Erodium* africains (avec 6 figures dans le texte) par M. C. L. Gatin 59

Étude du développement et de l'anatomie des *Pogonia* malgaches (avec 12 figures dans le texte) par M. Laurent Moreau. 97

Recherches sur le *Crassula sediformis* Schw., par M. Raymond Hamet 145

Influence des rayons X sur la germination (avec 1 planche et 3 figures dans le texte), par Mlle G. Promsy et M. P. Drevon. 177

Un Vanille aphylle de Madagascar, par MM. H. Jumelle et H. Perrier de la Bâthie 198

Les conidiophores des Erysiphacées (avec 4 figures dans le texte), par M. Foëx 200

Sir Joseph Dalton Hooker, par M. J. Beauverie. 207

Remarques anatomiques sur le syncotylie et la monocotylie de quelques plantules de Dicotylédones (avec 8 figures dans le texte), par M. A. Guillaumin 225

Sur les diaphragmes des canaux aérifères des plantes (avec 1 planche), par M. Le Blanc 233

Recherches sur la distribution de la température dans les plantes (avec 17 figures dans le texte), par MM. W. Louguinine et G. Dupont. 244

Sur les premiers stades du développement du *Terminalia Catappa*, par Mlle M. Colani 267

Germination, développement et structure anatomique de quelques Cistinées (avec 12 figures dans le texte), par M. Raymond Gaume 273

De l'influence de l'humidité de l'air sur le développement des épines de l'*Ulex europæus* L., par M. A. Lothelier. . . 296

Étude anatomique de quelques espèces d'Asclépiadées aphylles de l'Ouest de Madagascar (avec 4 figures dans le texte), par M. G. Puech 298, 329

De l'influence des acides organiques et du glucose sur la respiration des graines en voie de gonflement, par Mlle G. Promsy 313

Quelques Phanérogames parasites de Madagascar (avec 4 figures dans le texte), par MM. H. Jumelle et H. Perrier de la Bâthie. 321

Aperçu sur la végétation du Mexique, par M. G. Lapie . . . 344

Édouard Bornet (avec un portrait), par M. Gaston Bonnier . . 353

Note sur quelques Chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône (avec 2 planches et 6 figures dans le texte), par M. G. Depape. 355

Les Baobabs du Sud-Ouest de Madagascar (avec 2 planches et 2 figures dans le texte), par MM. H. Jumelle et H. Perrier de la Bâthie 372

Les vaisseaux spiralés et la croissance en longueur, par MM. Gaston Bonnier et Jean Friedel 385

Influence du milieu sur les champignons inférieurs, par M. Laurent Raybaud. 392

Le sporophyte chez les Hépatiques, par M. Robert Douin 403, 453

Édouard Strasburger, par M. J. Beauverie 417, 479

Recherches morphologiques sur le *Lobelia Dortmanna* L., par M. L. Armand. 465

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Capus, G. et Bois, D.. Les produits coloniaux : Origine, Production, Commerce 222

Chauveaud, G.. L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. 215

Fouard, E.. Recherches sur une méthode de préparation des membranes semi-perméables, et son application à la mesure des poids moléculaires, au moyen de la pression osmotique. 382

Grafe Viktor. — Studien über das Antkokyan, III. 175

Grèzes. Recherches sur la sucrase de l'*Aspergillus niger*. . . 319

Hickel, R.. Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France 414

Küster, E.. Die Gallen der Pflanzen. Ein Lehrbuch für Botaniker 223 und Entomologen. 223

Mameli, E. et Pollacci, G.. Sull' assimilazione diretta dell' azoto atmosferico libero nei vegetali 348

Meyer, A.. Die Zelle der Baketerien; vergleichende und kritsche Zusammenfassung unseres Wissens über Backterienzelle für Botaniker, Zoologén und Backteriologen. 350

Parmentier, P.. Les Noyers et les Carya en France. . . . 494

Rouy, G.. Flore de France, tomes XII et XIII 381

Tansley, A.-G.. Types of British Vegetation. 219

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT-QUATRIÈME

Planche 1. *Endomyces albicans* (formes levures).
Planches 2 et 3. *Endomyces albicans* (formes filamenteuses).
Planches 4 et 5. *Bacillus anthracis.*
Planches 6 et 7. *Bacillus Megatherium.*
Planche 8. *Bacillus mycoides.*
Planche 9. Histologie de Fucacées.
Planche 9. (Supplémentaire). Influence des rayons X sur la germination du Lupin blanc.
Planche 10. Diaphragmes des canaux aérifères.
Planches 11 et 12. Chênes tertiaires de la vallée du Rhône.
Planche 13. *Adansonia digitata,* à Majunga.
Planche 14. *Adansonia Grandidieri.*
Planches 15, 16, 17. Influence du milieu sur les champignons inférieurs.
  15. Passage de l'obscurité à la lumière (contraction du protoplasma). Passage de la lumière à l'obscurité (expansion du protoplasma).
  16. Contraction du protoplasma sous l'influence des radiations ultra-violettes.
  17. Influence de la transpiration et des milieux acides sur le *Rhizopus nigricans.*
Planche 18. *Riccia. Metzgeria*; Jubulées, Jungermanniées.
Planche 19. *Aneura, Targionia, Anthoceros*; Jungermanniées.
Planche 20. *Sphærocarpus*; Jungermanniées.
Planche 21. Marchantiées.
Planche 22. Cellules mères du pollen d'un Lis en voie de division.

Portrait d'Édouard Bornet . . . . avant la page 353
Portrait d'Édouard Strasburger . . . . . avant la page 417

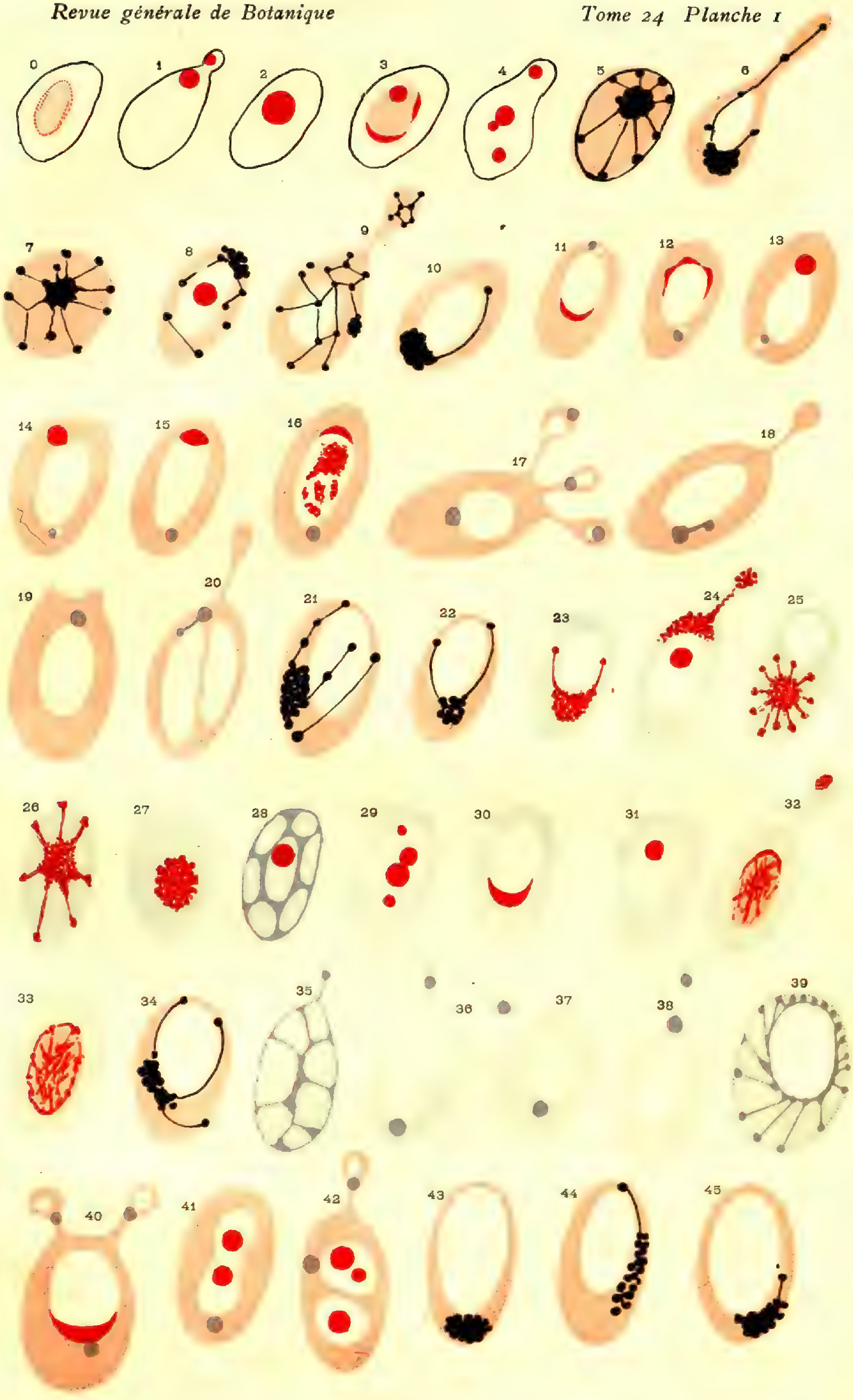
TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

PAR NOMS D'AUTEURS

Armand (L.). Recherches morphologiques sur le *Lobelia Dortmanna* L. 465
Beauverie (J.). Sir Joseph Dalton Hooker. 207
Beauverie (J.). Édouard Strasburger. 417, 479
Bonnier (Gaston). Édouard Bornet. 353
Bonnier (Gaston) et Friedel (Jean). Les vaisseaux spiralés et la croissance en longueur 385
Colani (M^{lle} M.). Sur les premiers stades du développement du *Terminalia Catappa* 267
Colin (H.) et Sénéchal (A.). Le fer est-il le catalyseur dans l'oxydation des phénols par la peroxydase du Raifort ? . . 49
Depape (G.). Note sur quelques Chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône 355
Douin (Robert). Le sporophyte chez les Hépatiques. . 403, 453
Drevon (P.). (Voyez Promsy, G.).
Dupont (G.). (Voyez Louguinine, W.).
Foëx. Les conidiophores des Erysiphacées. 200
Friedel (Jean). (Voyez Bonnier, Gaston).
Gatin (C. L.). Notes sur l'anatomie des organes de quelques *Erodium* africains 59
Gaume (Raymond). Germination, développement et structure anatomique de quelques Cistinées 273
Guillaumin (A.). Remarques anatomiques sur la syncotylie et la monocotylie de quelques plantules de Dicotylédones . 225
Hamet (Raymond). Recherche ssur le *Crassula sediformis* Schw. 145
Jumelle (H.) et Perrier de la Bâthie (H.). Histoire naturelle d'un lac de Madagascar 5
Jumelle (H.) et Perrier de la Bâthie (H.). Une Vanille aphylle de Madagascar. 198
Jumelle (H.) et Perrier de la Bâthie (H.). Quelques Phanérogames parasites de Madagascar 321

Jumelle (H.) et Perrier de la Bâthie (H.). Les Baobabs du Sud-Ouest de Madagascar 372
Lapie (G.). Aperçu sur la végétation du Mexique. 344
Le Blanc. Sur les diaphragmes des canaux aérifères des plantes. 233
Le Touzé (H.). Contribution à l'étude histologique des Fucacées. 33
Lothelier (A.). De l'influence de l'humidité de l'air sur le développement des épines de l'*Ulex europæus* L. 296
Louguinine (W.) et Dupont (G.). Recherches sur la distribution de la température dans les plantes 244
Moreau (Laurent). Étude du développement et de l'anatomie des *Pogonia* malgaches 97
Pénau (Henry). Contribution à la cytologie de quelques microorganismes 13, 68, 113, 149
Perrier de la Bâthie (H.). (Voyez Jumelle, H.).
Promsy (Mlle G.) et Drevon (P.). Influence des rayons X sur la germination 177
Promsy (Mlle G.). De l'influence des acides organiques et du glucose sur la respiration des graines en voie de gonflement. 313
Puech (G.). Étude anatomique de quelques espèces d'Asclépiadées aphylles de l'Ouest de Madagascar. . . . 298, 329
Raybaud (Laurent). Influence du milieu sur les champignons inférieurs 392
Sénéchal (A.). (Voyez Colin, H.).

Lille. — Imp LE BIGOT Frères Le Gérant : Ch. Pierres


0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

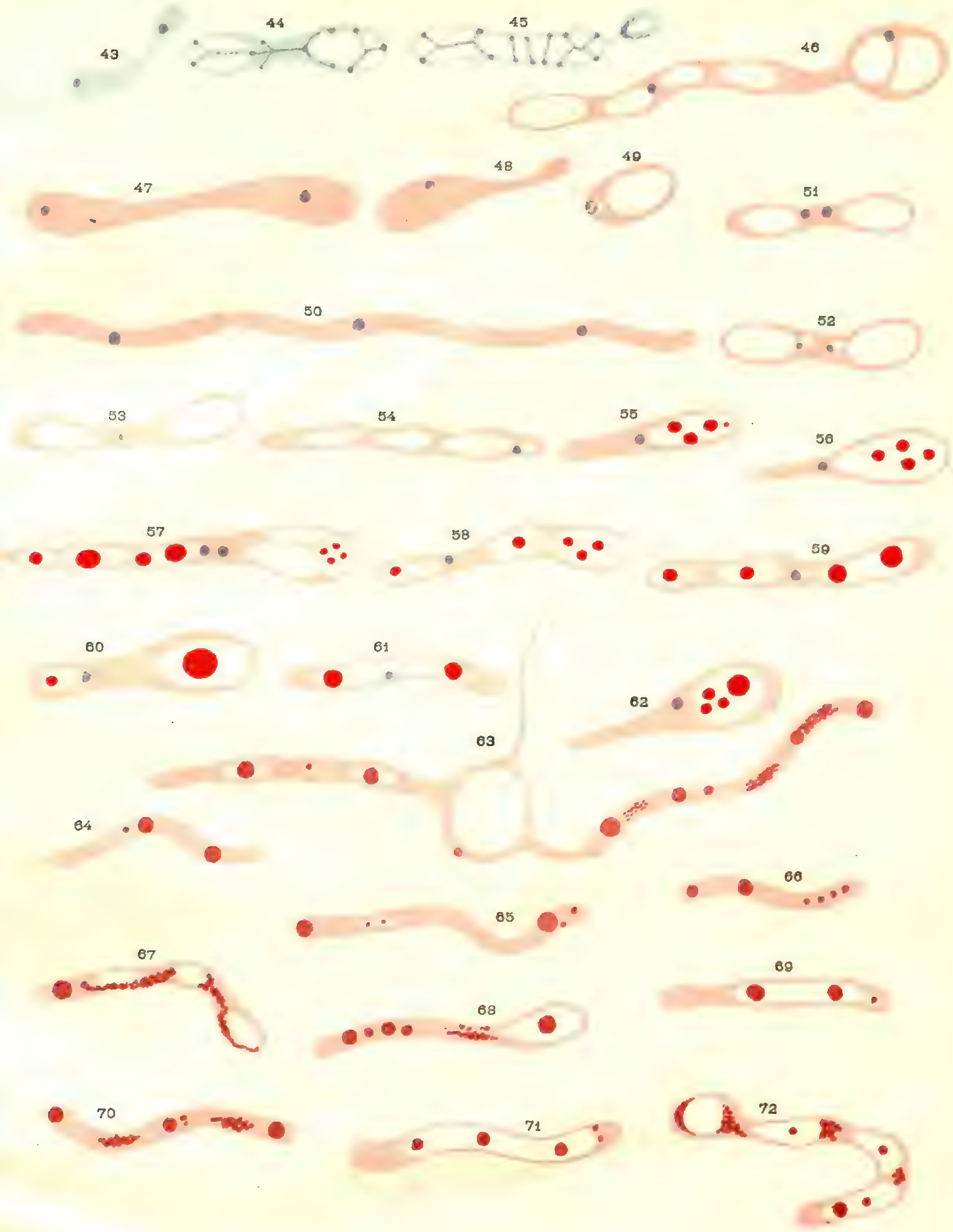
H. Pénau
Imp. Moderne, Agen

Endomyces albicans

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
39
26
27
28
37
38
29
30
31
32
33
34
35
36
42
40
41

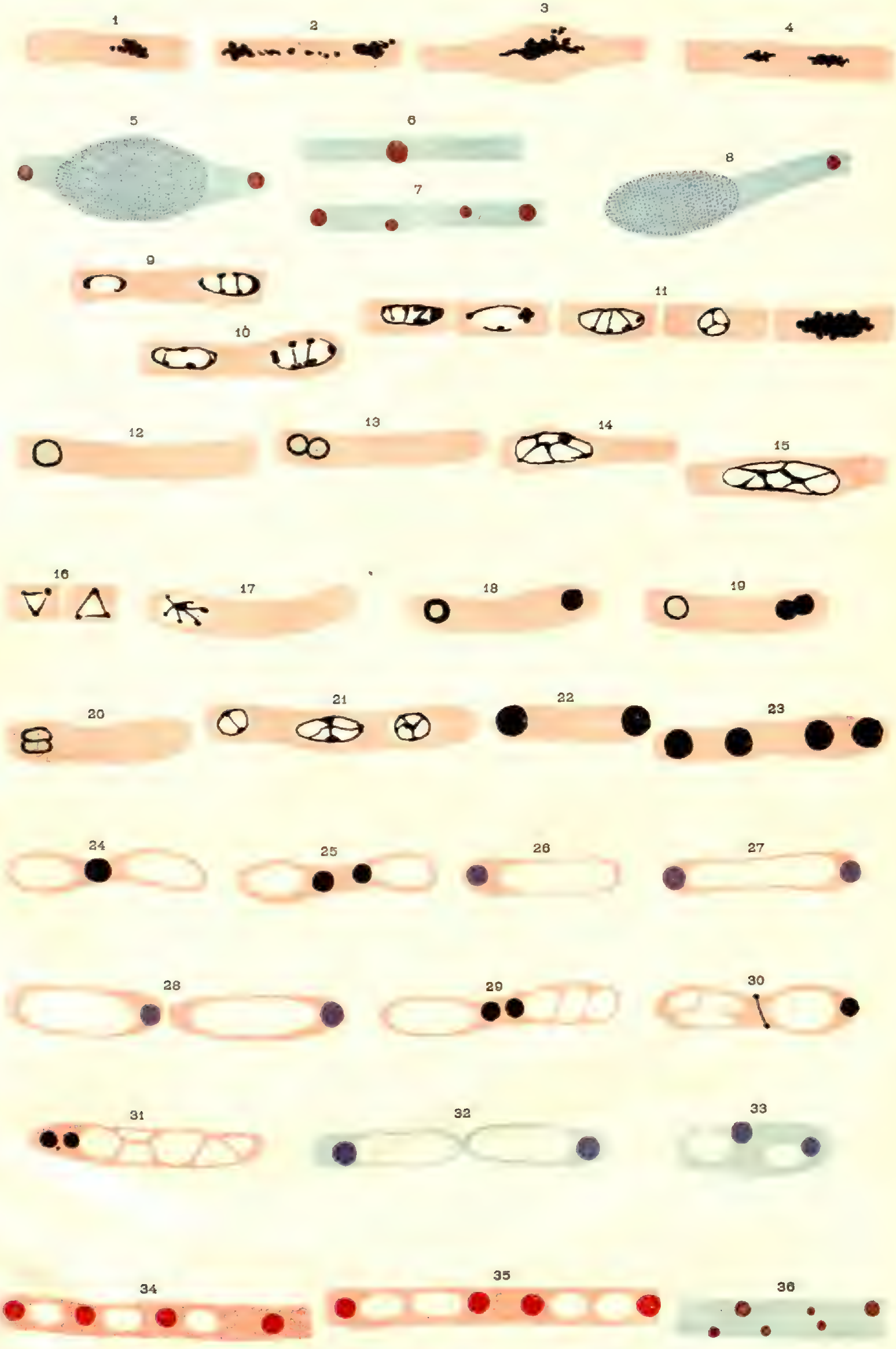
H. Pénau
Imp. Moderne, Agen

Endomyces albicans
formes filamenteuses


43
44
45
46
47
48
49
51
50
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

H. Pénau
Imp. Moderne, Agen

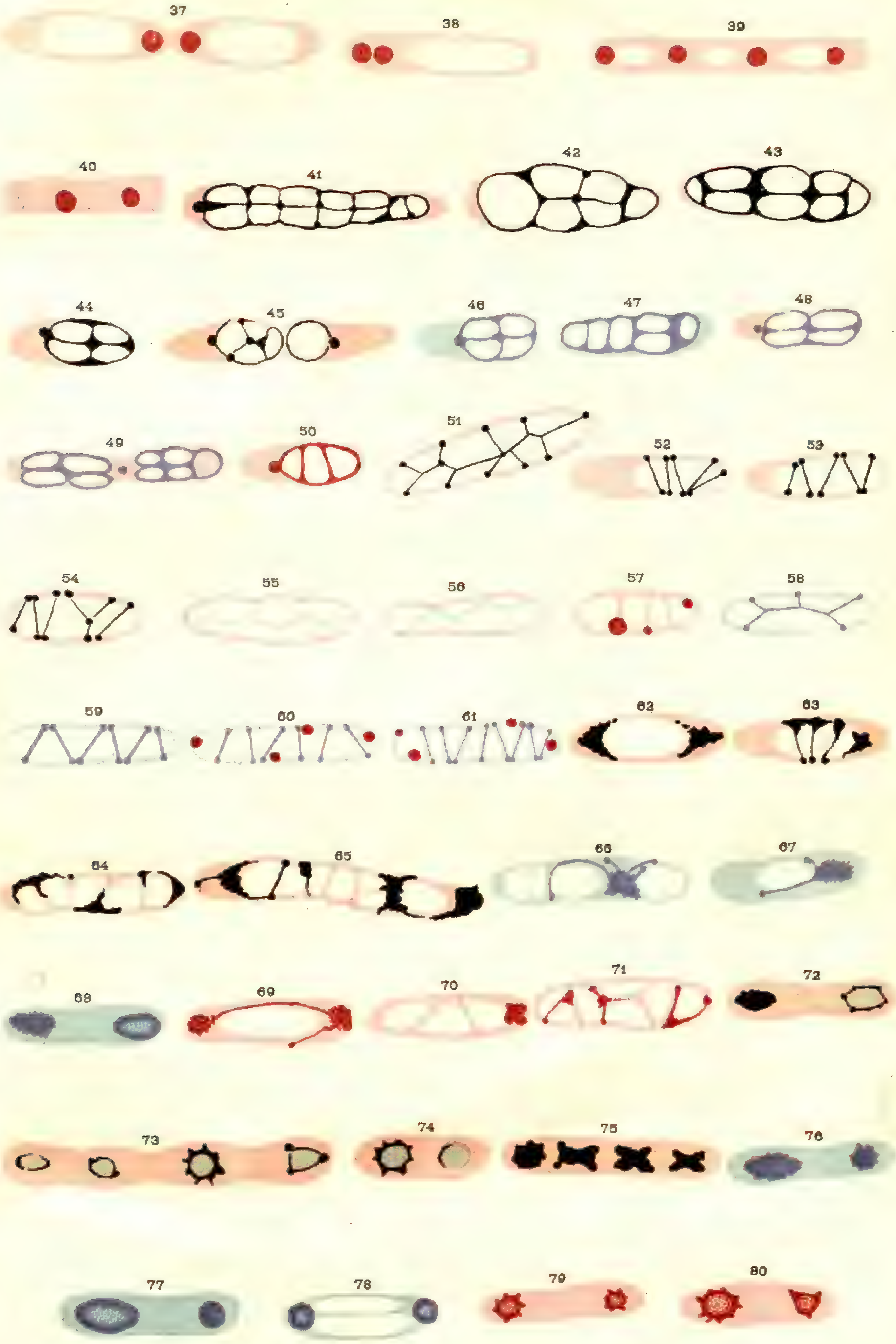
Endomyces albicans
formes filamenteuses


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

H. Pénau

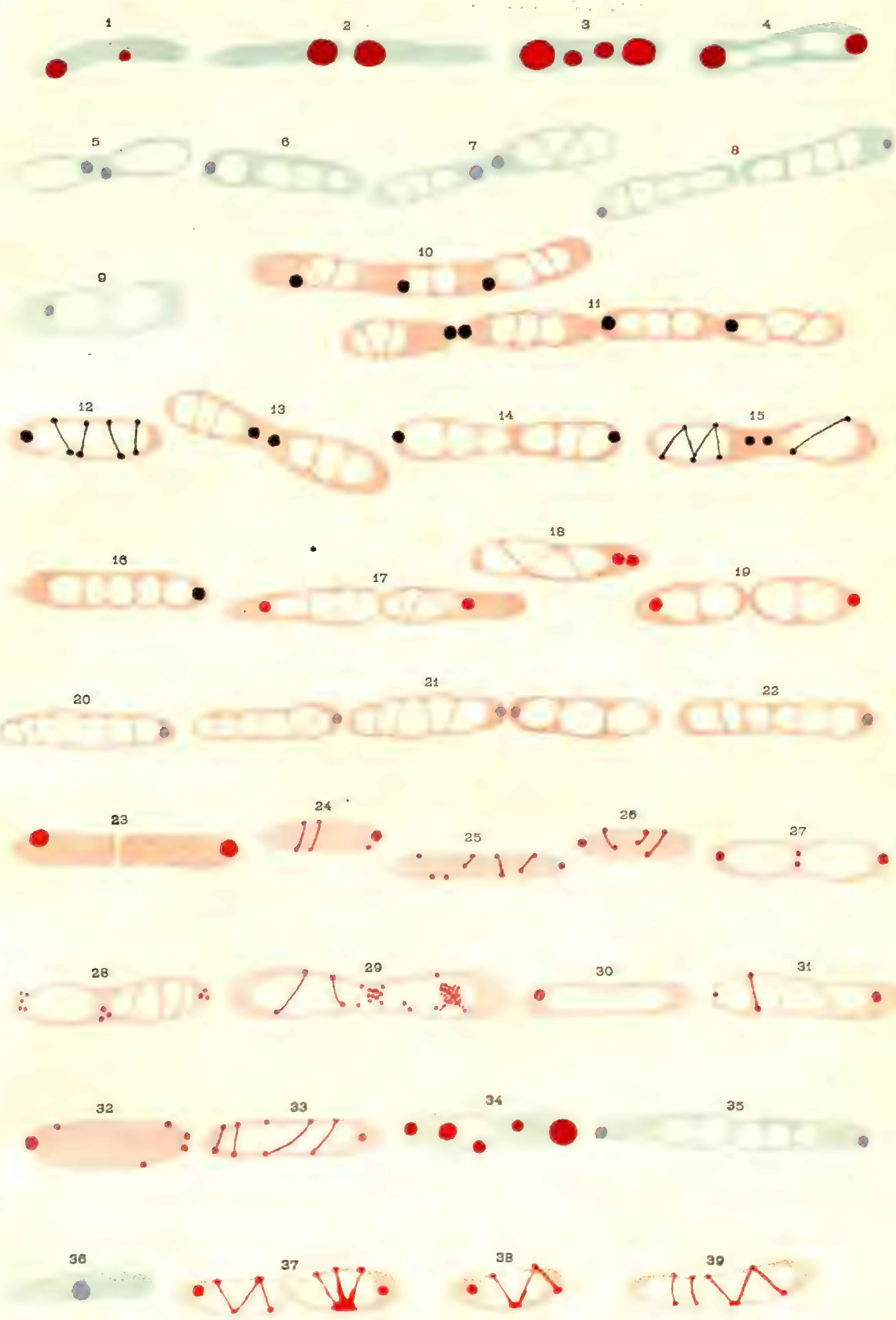
Imp. Moderne, Agen

Bacillus anthracis


37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80

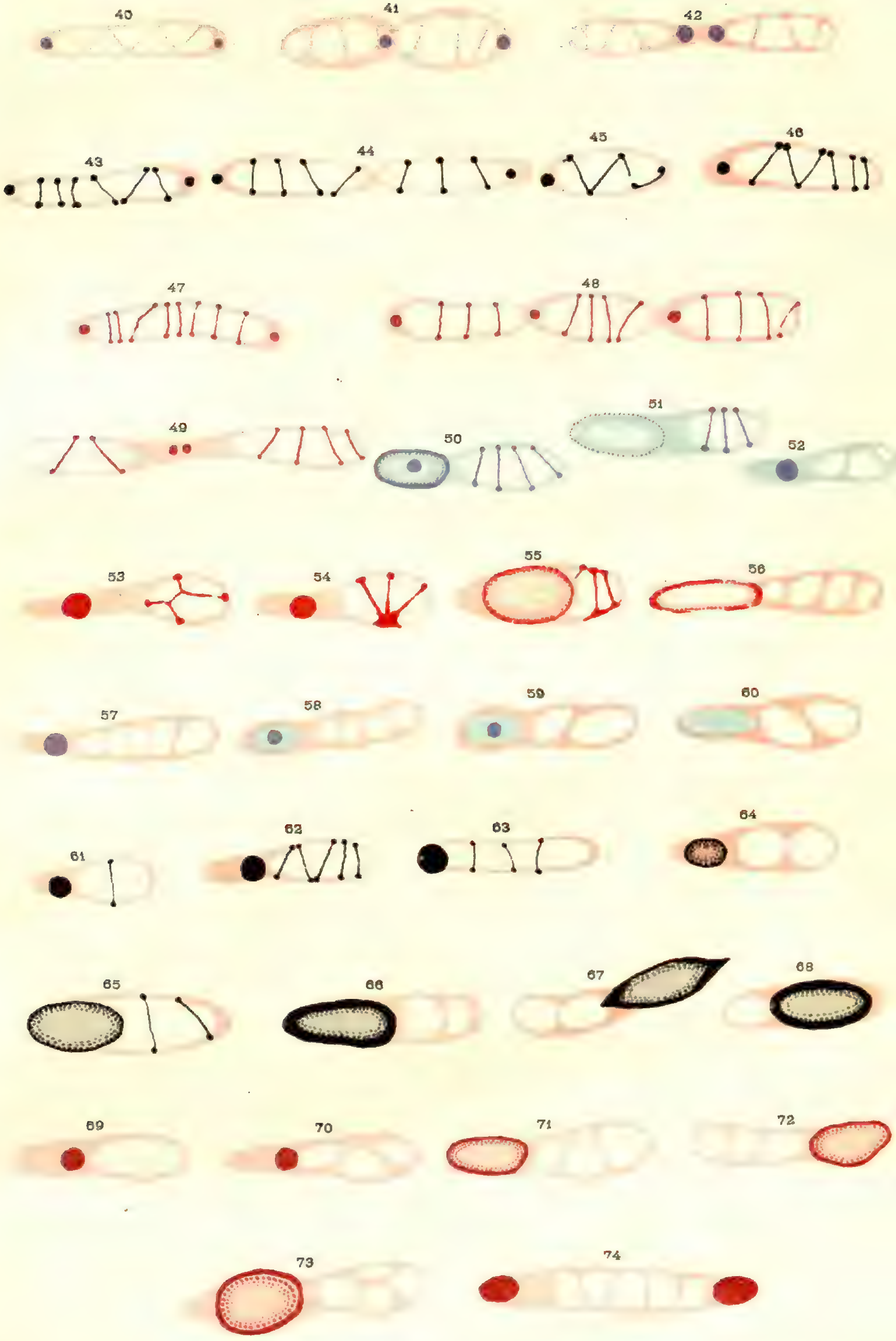
H. Pénau
Imp. Moderne, Agen

Bacillus anthracis


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

H. Pénau
Imp. Moderne, Agen

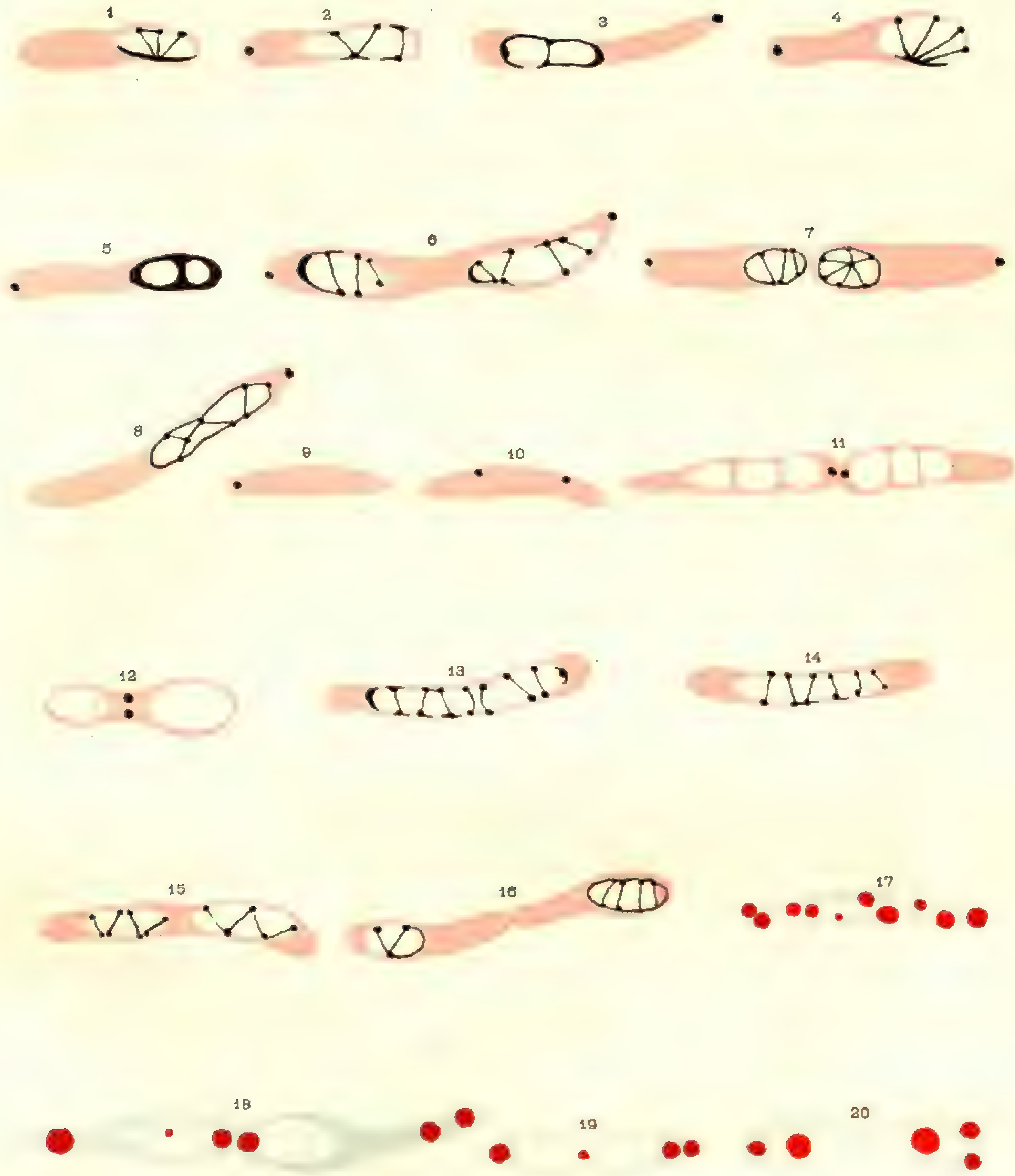
Bacillus megatherium


40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74

H. Pénau

Imp. Moderne, Agen

Bacillus megatherium


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

H. Pénau
Imp. Moderne, Agen

Bacillus mycoïdes

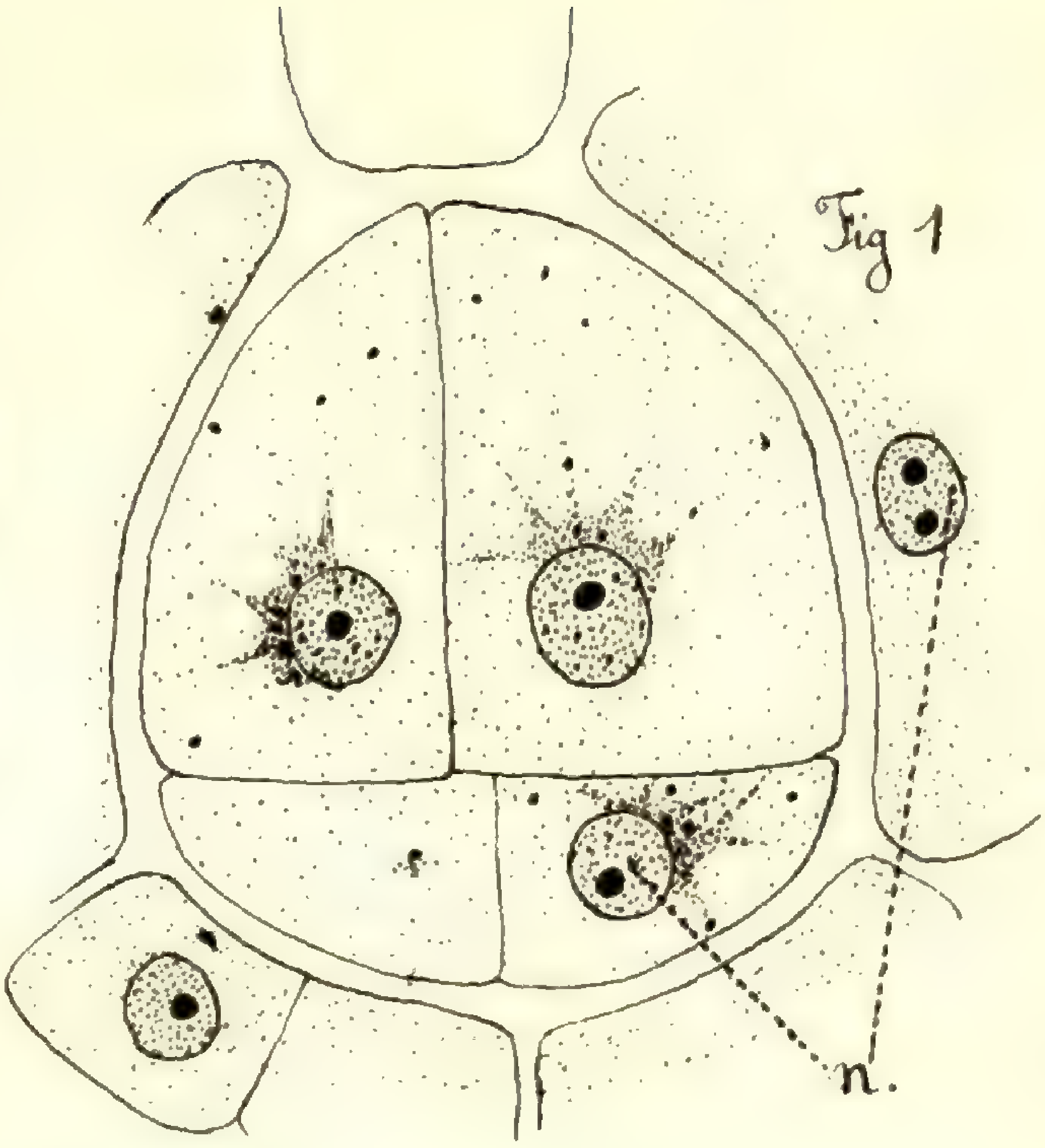


Fig 1

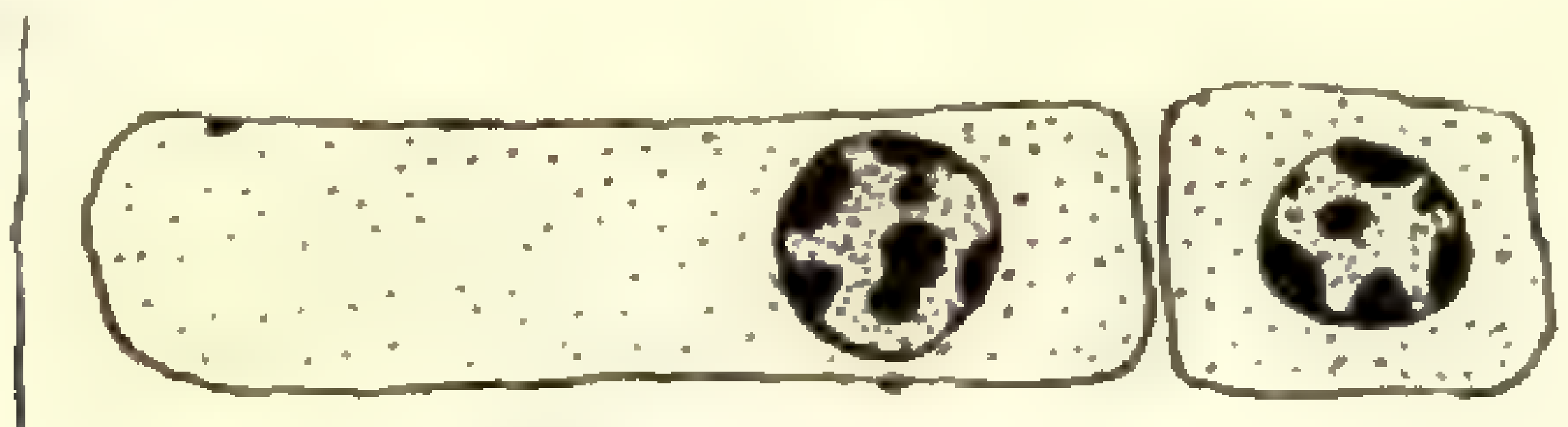


Fig 2

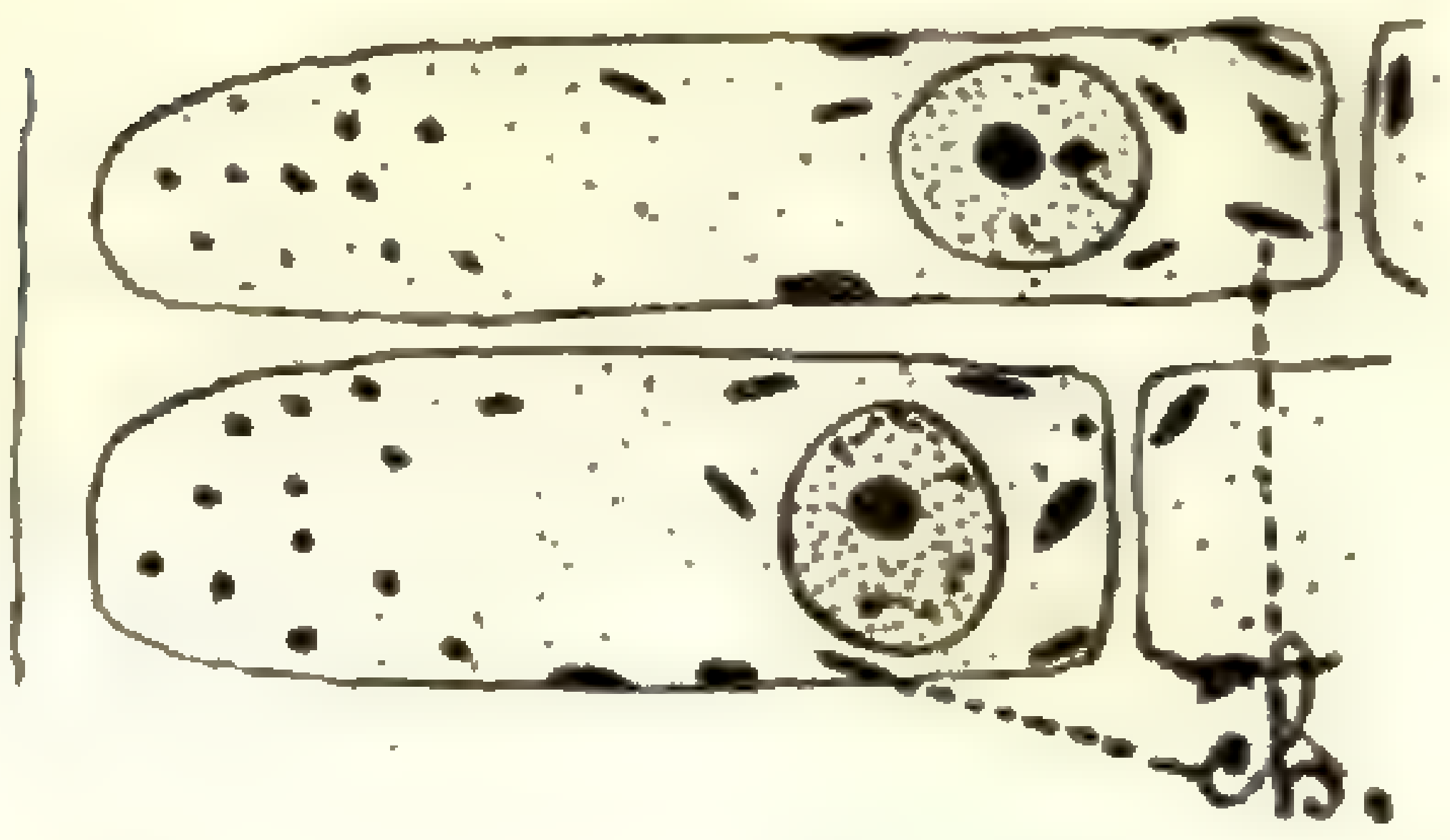


Fig 3

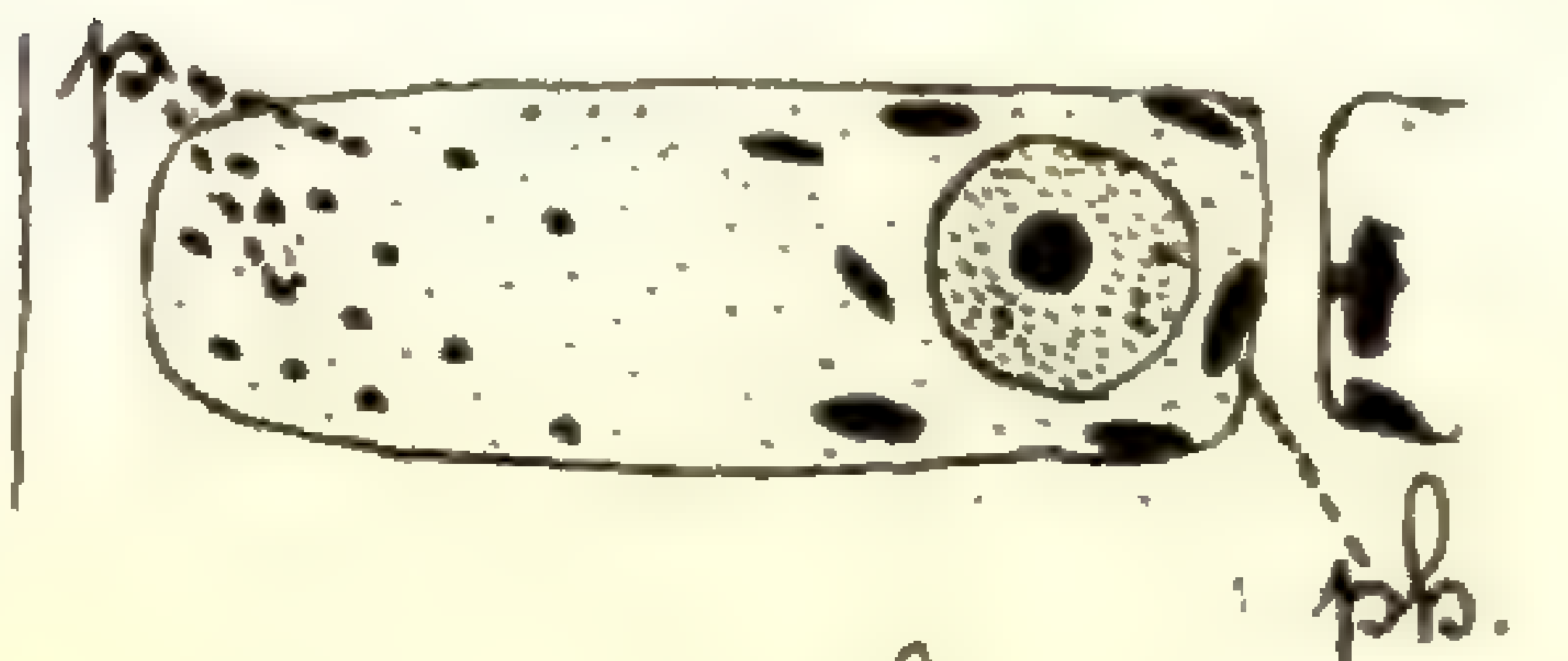


Fig 4

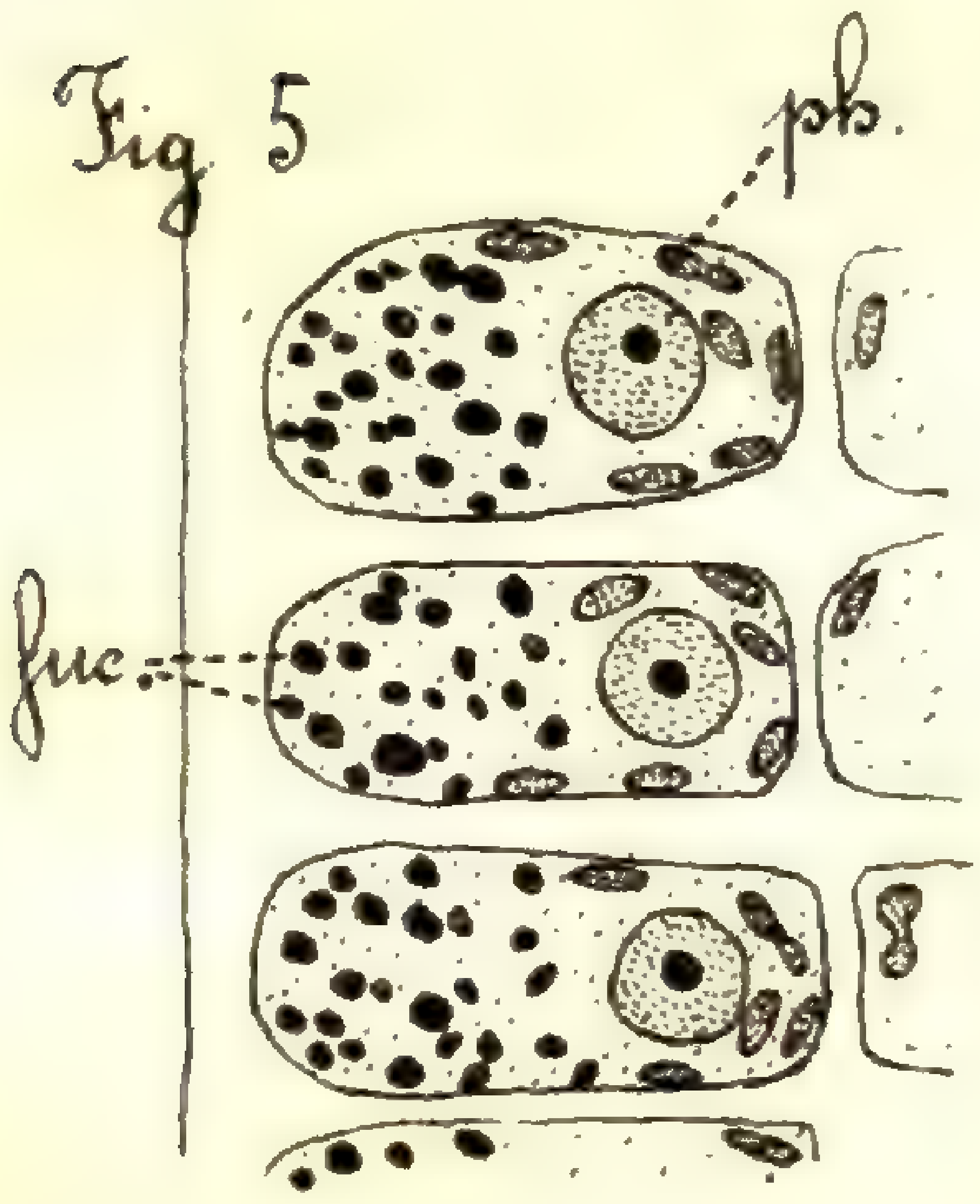


Fig 5

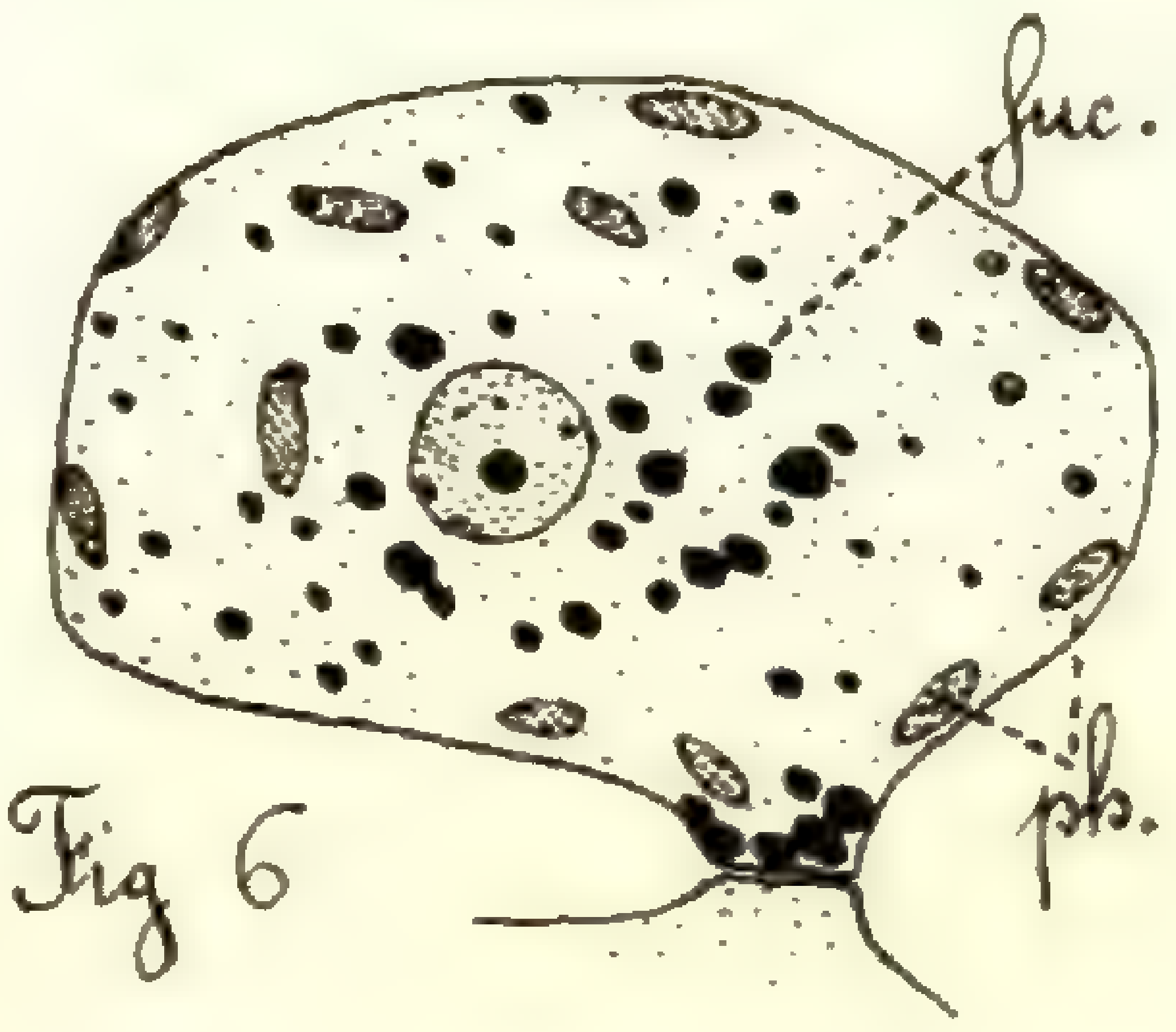


Fig 6

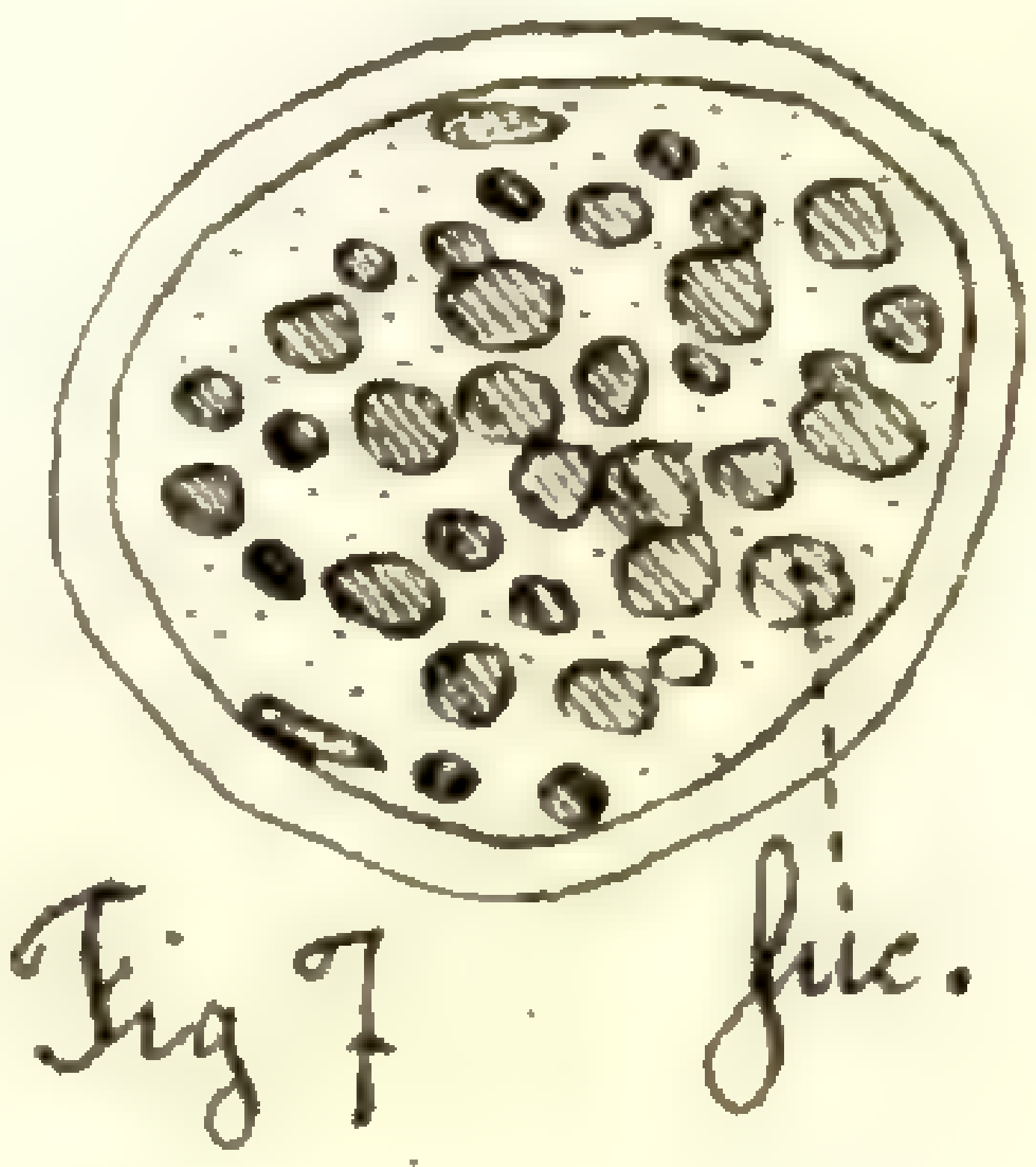


Fig 7

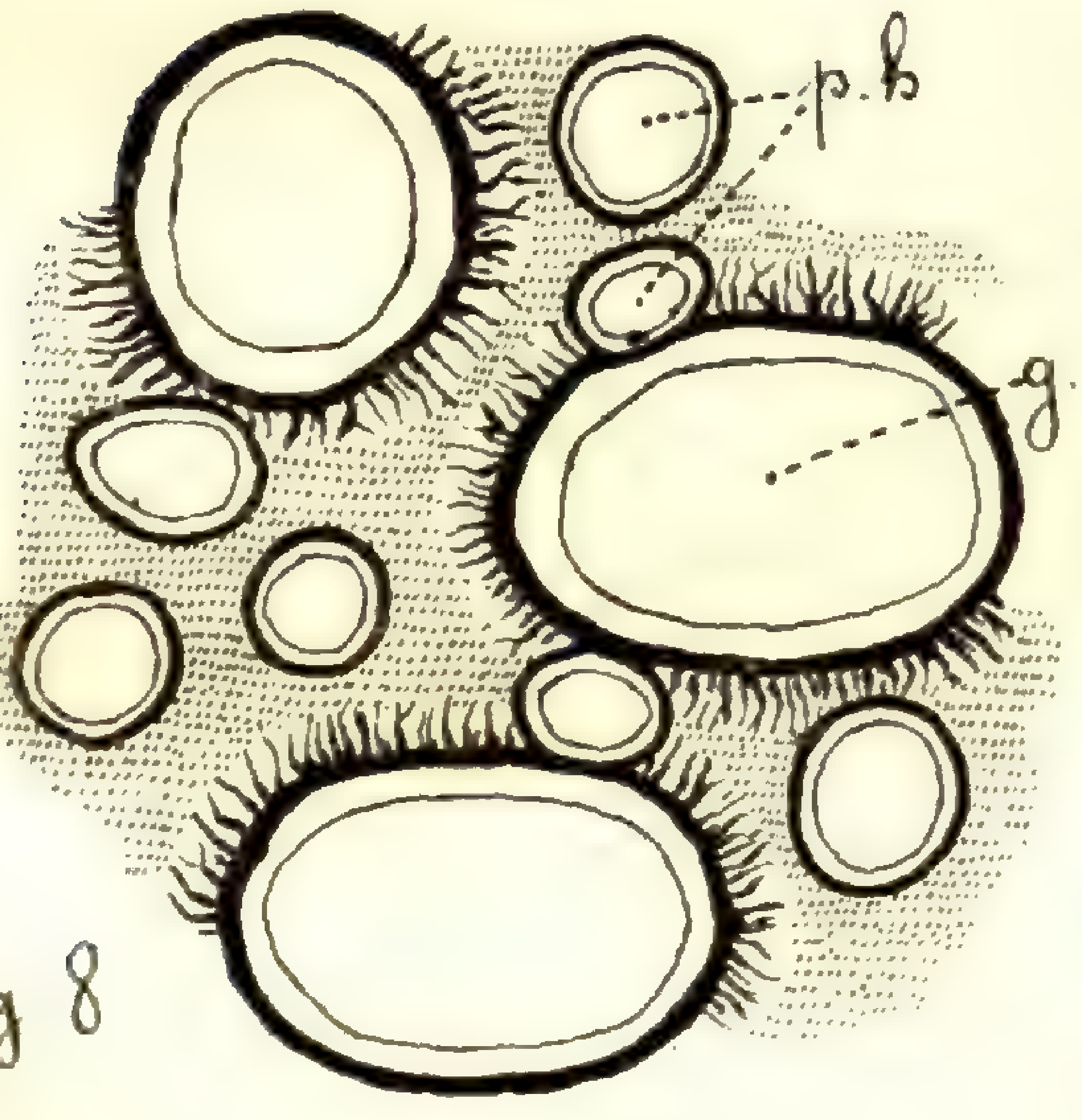


Fig 8

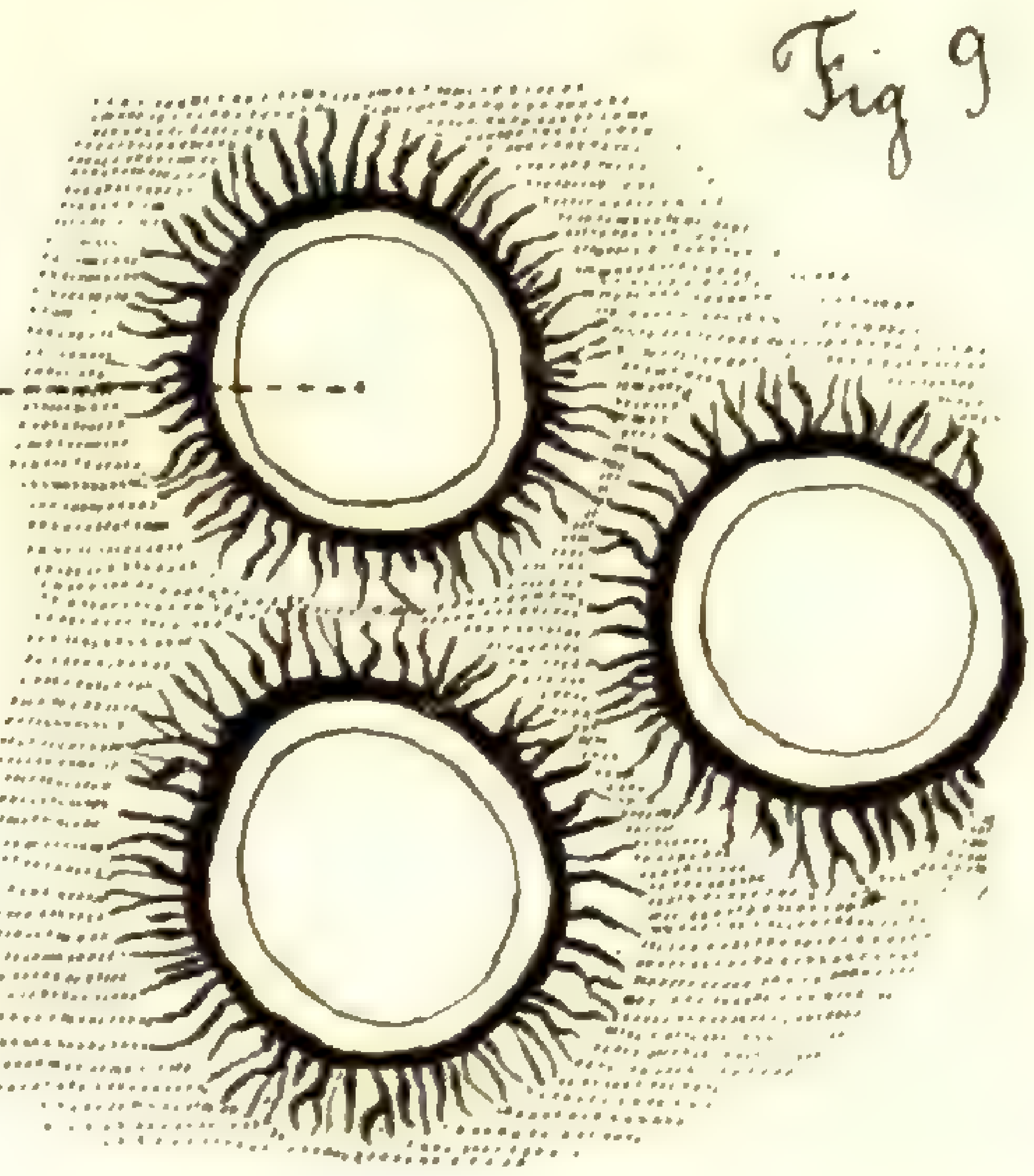


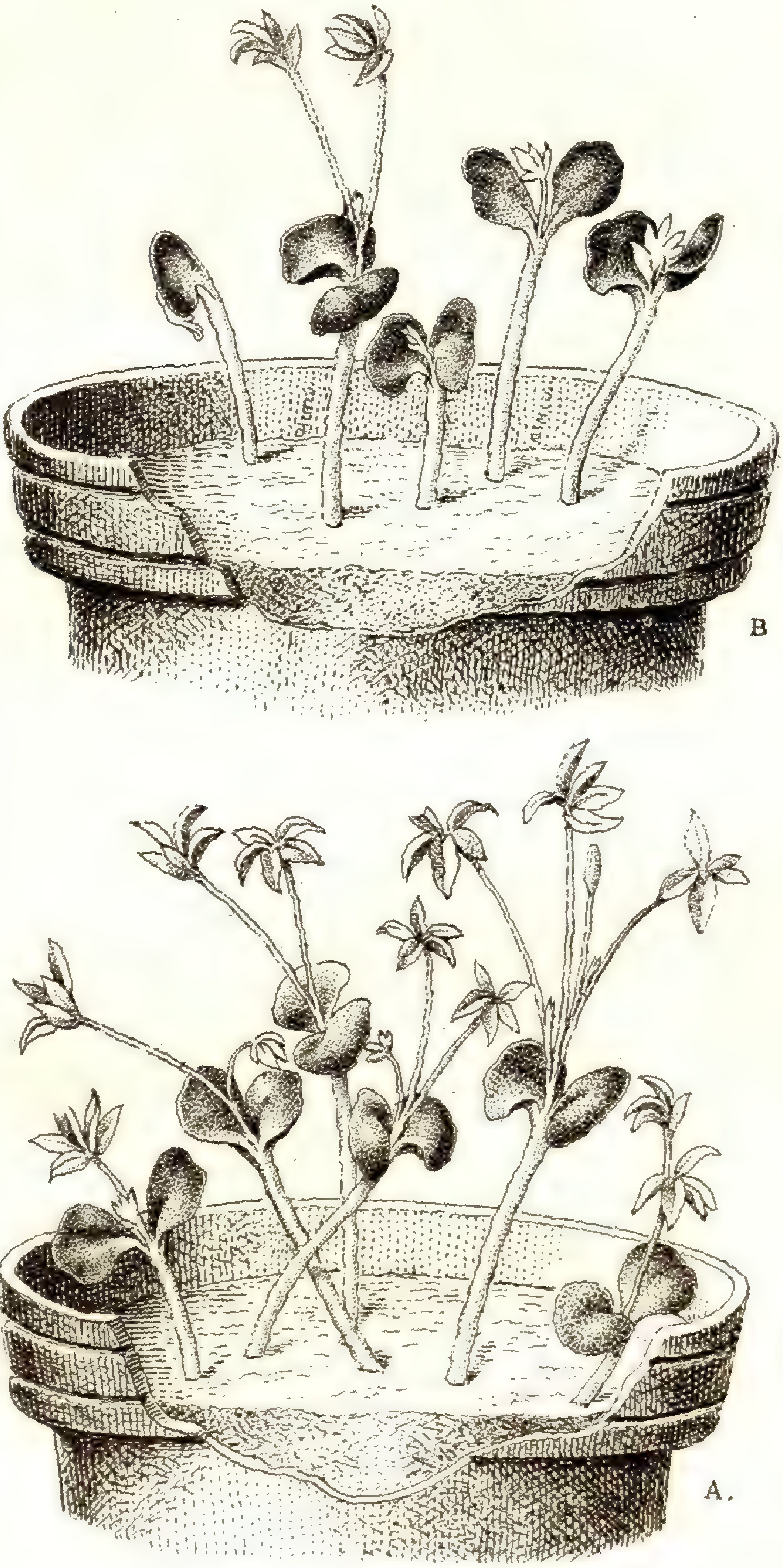
Fig 9

Le Touzé del.

Bertin sc.

Histologie des Fucacées

LILLE LE BIGOT FRÈRES



Promsy del. Berlin sc.

Influence des rayons X sur la germination du Lupin blanc

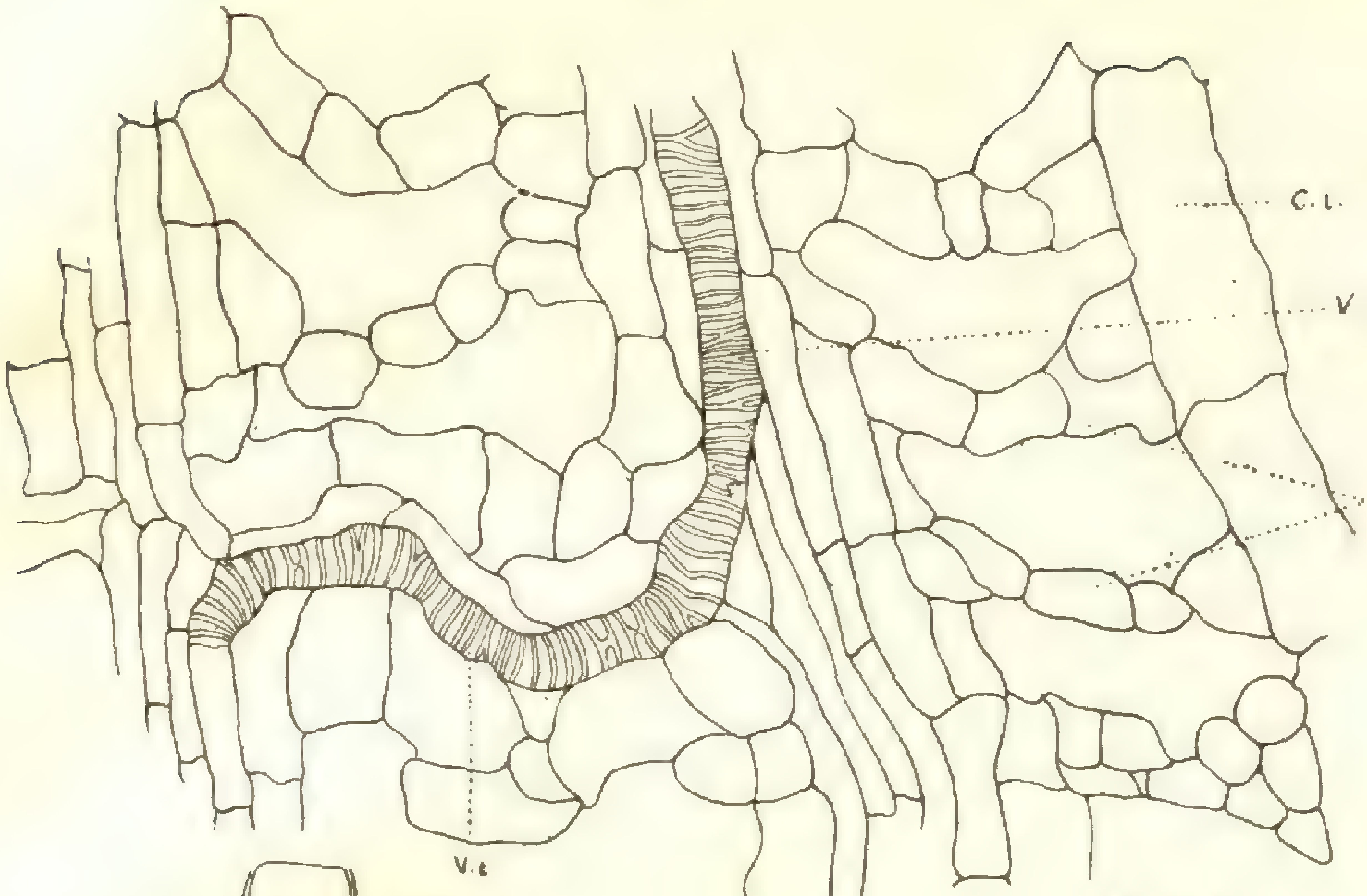


Fig 6

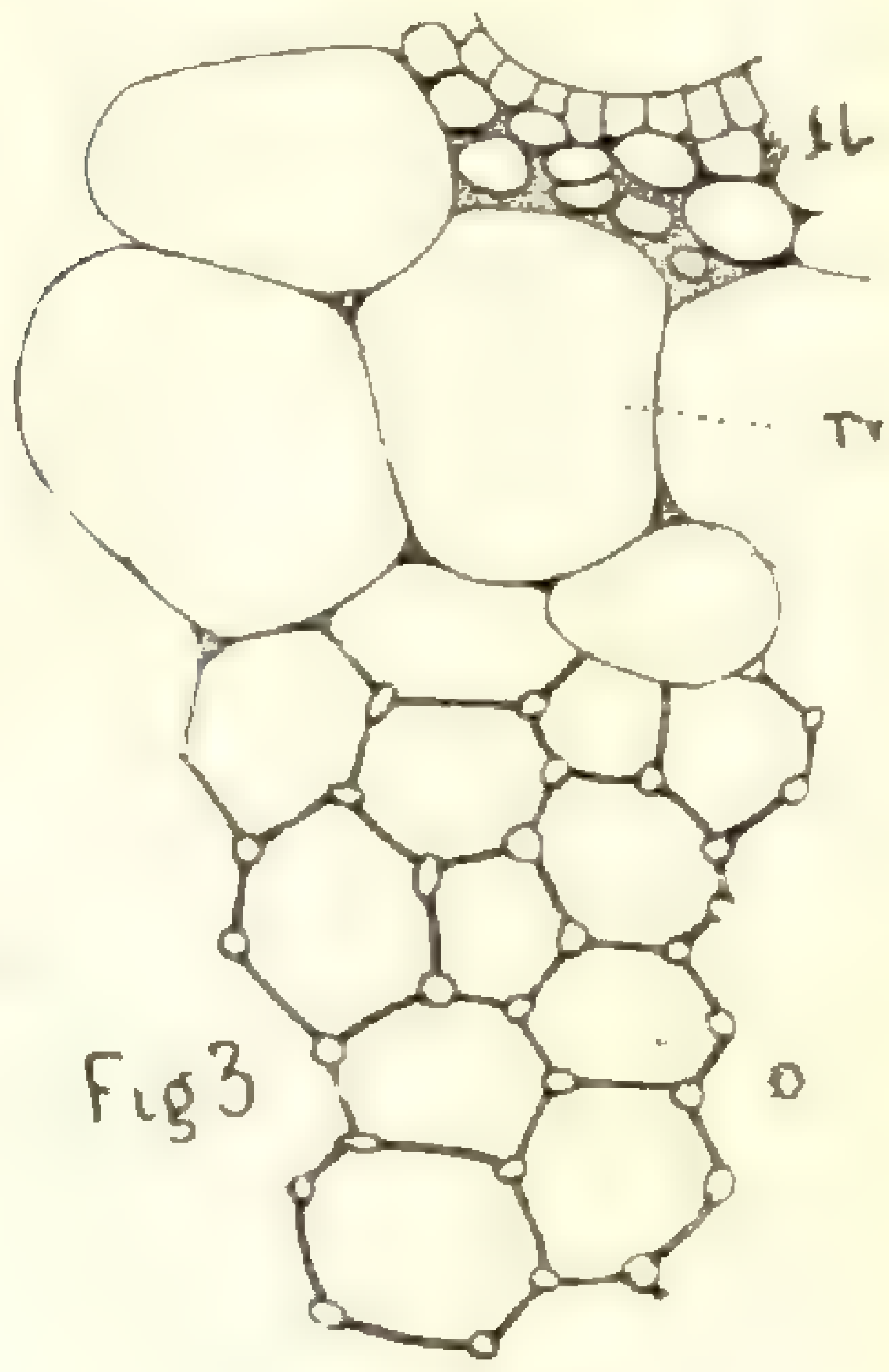


Fig 3

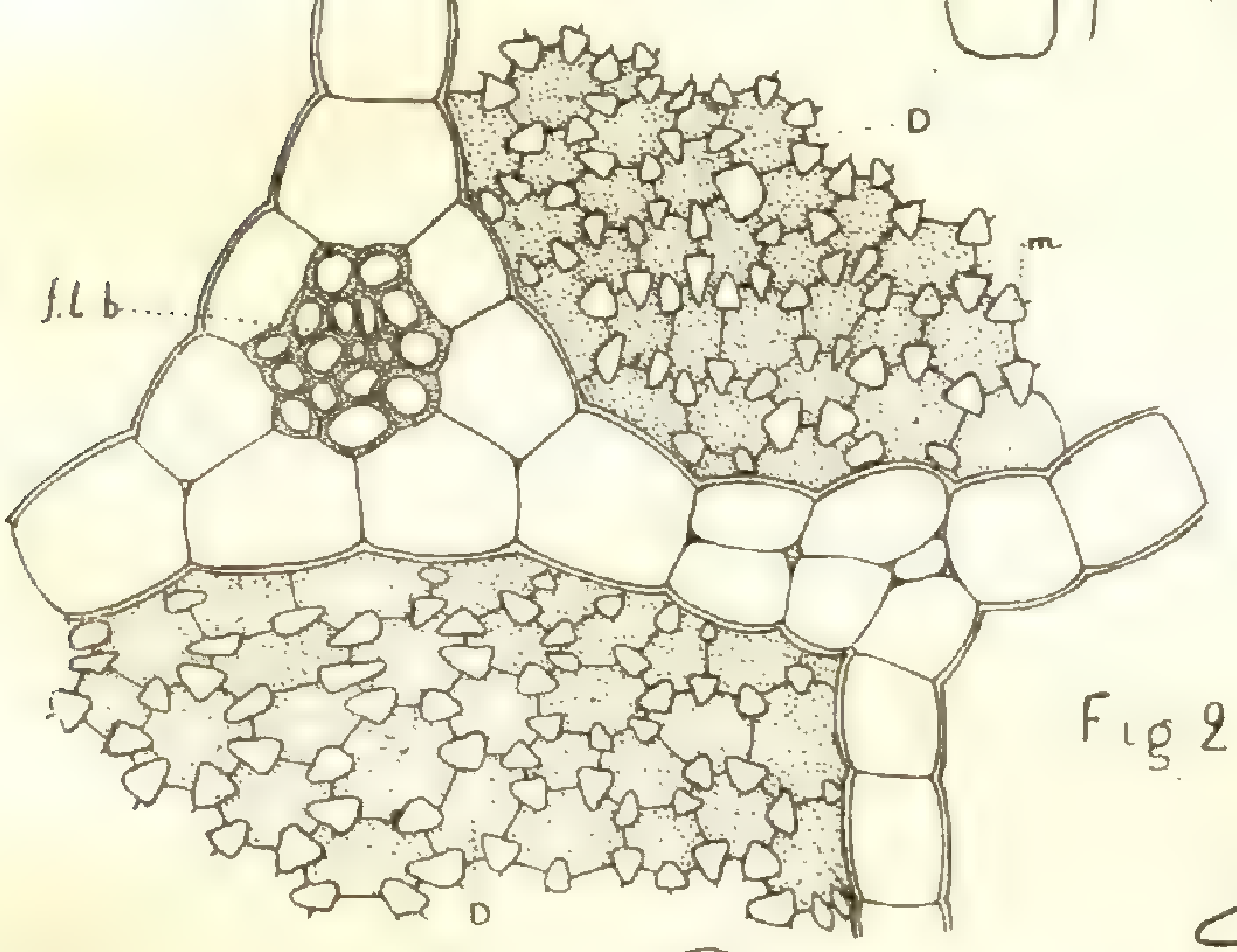


Fig 2

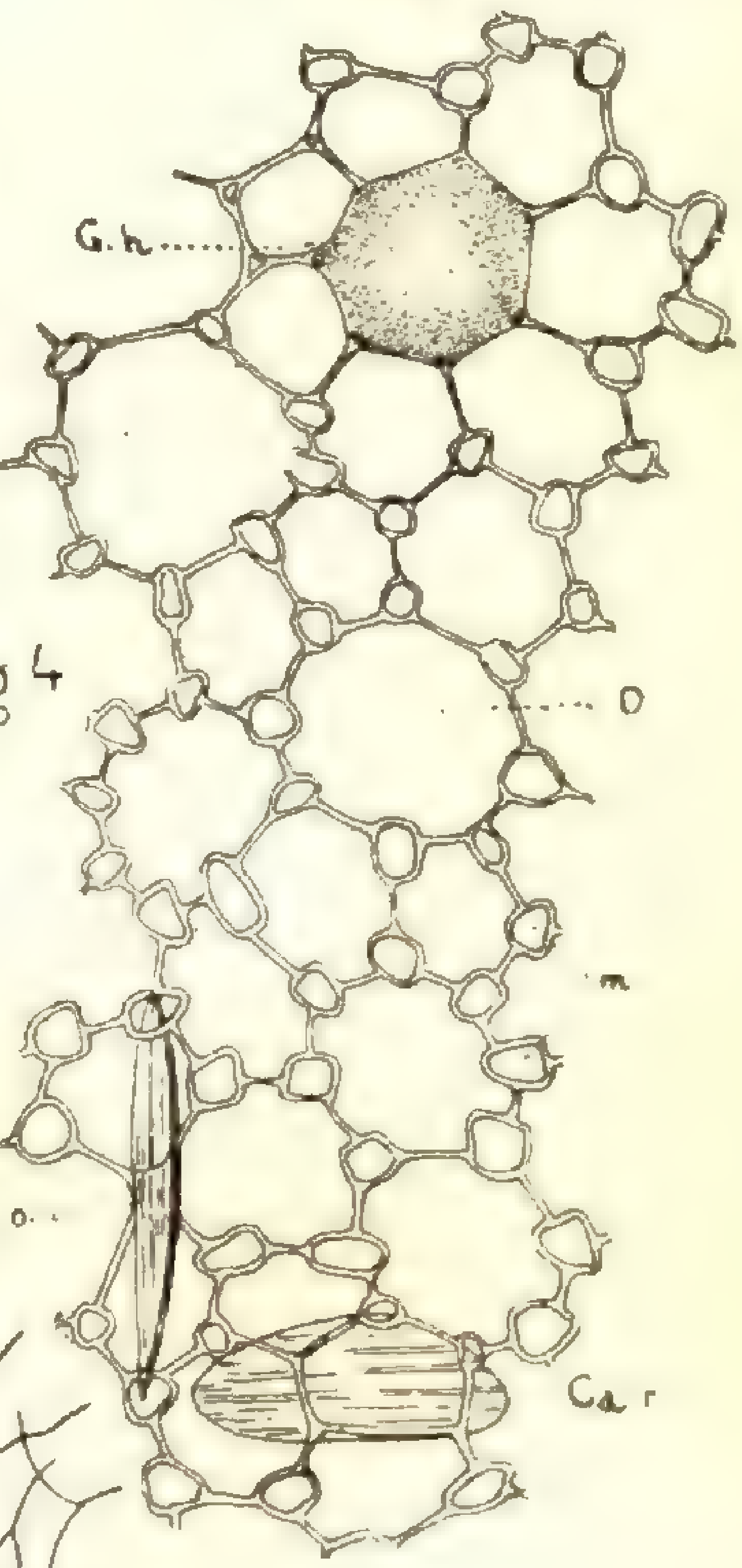

G.h
o
m
Ca.o
Ca.r

Fig 4

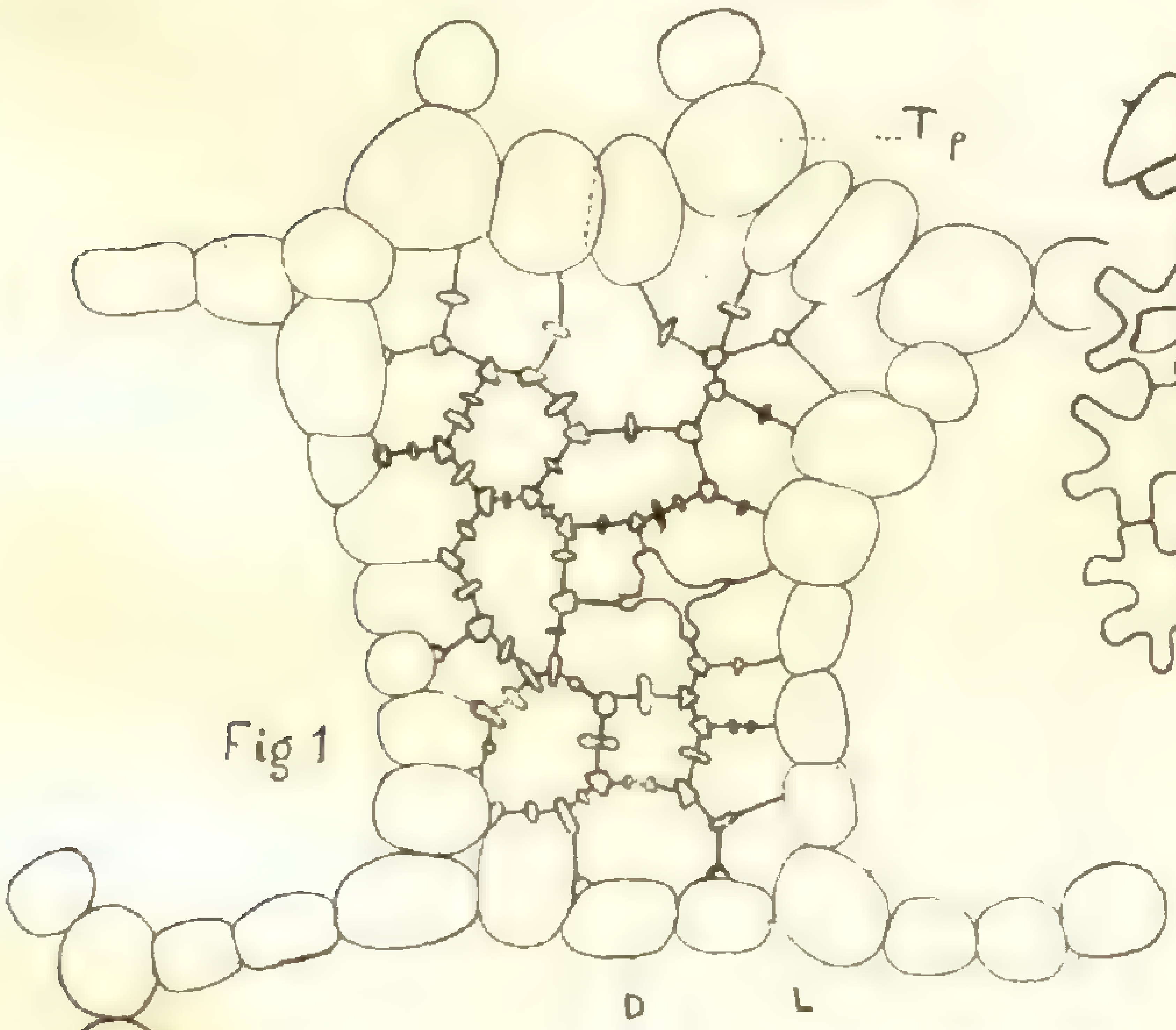


Fig 1

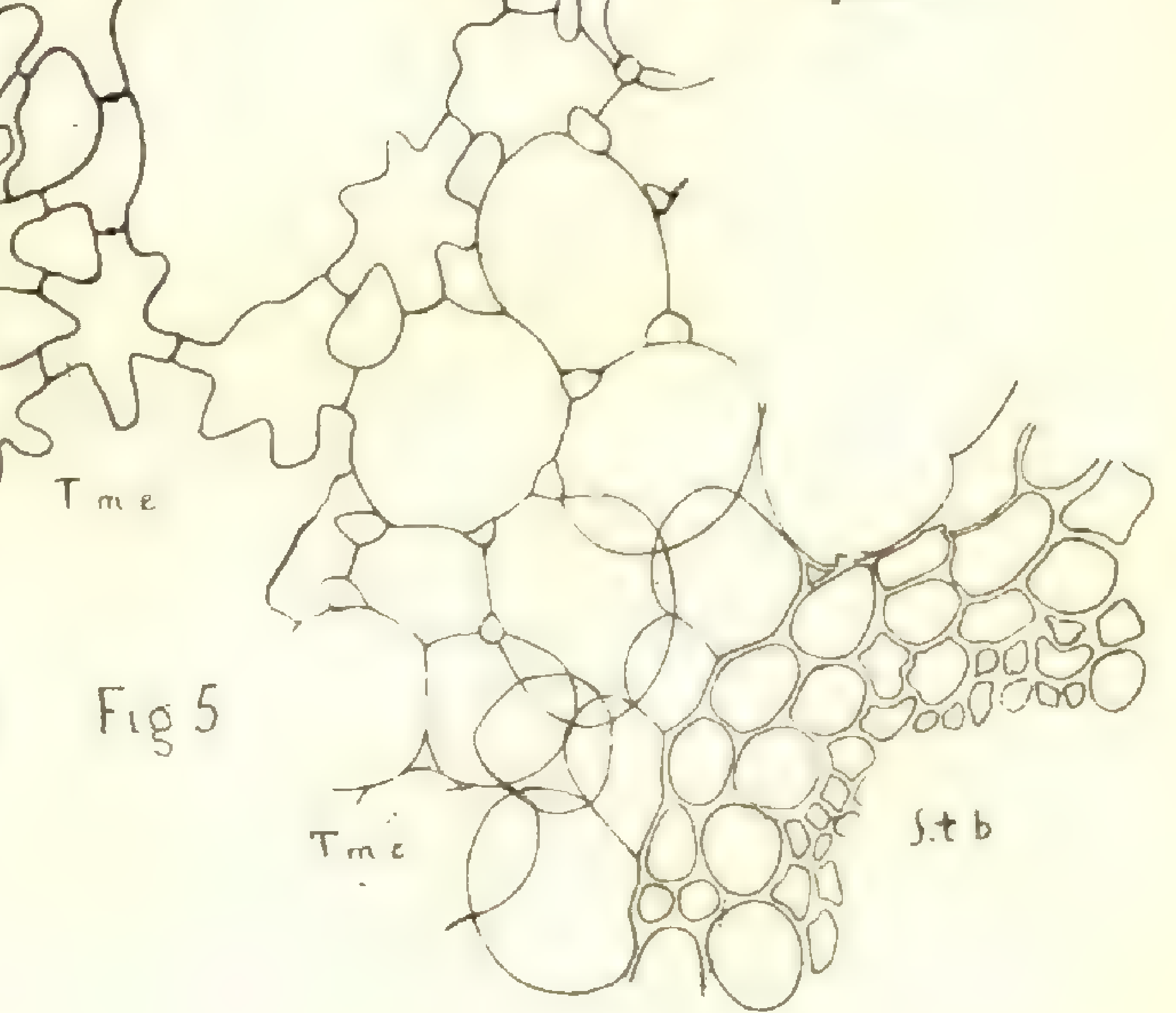
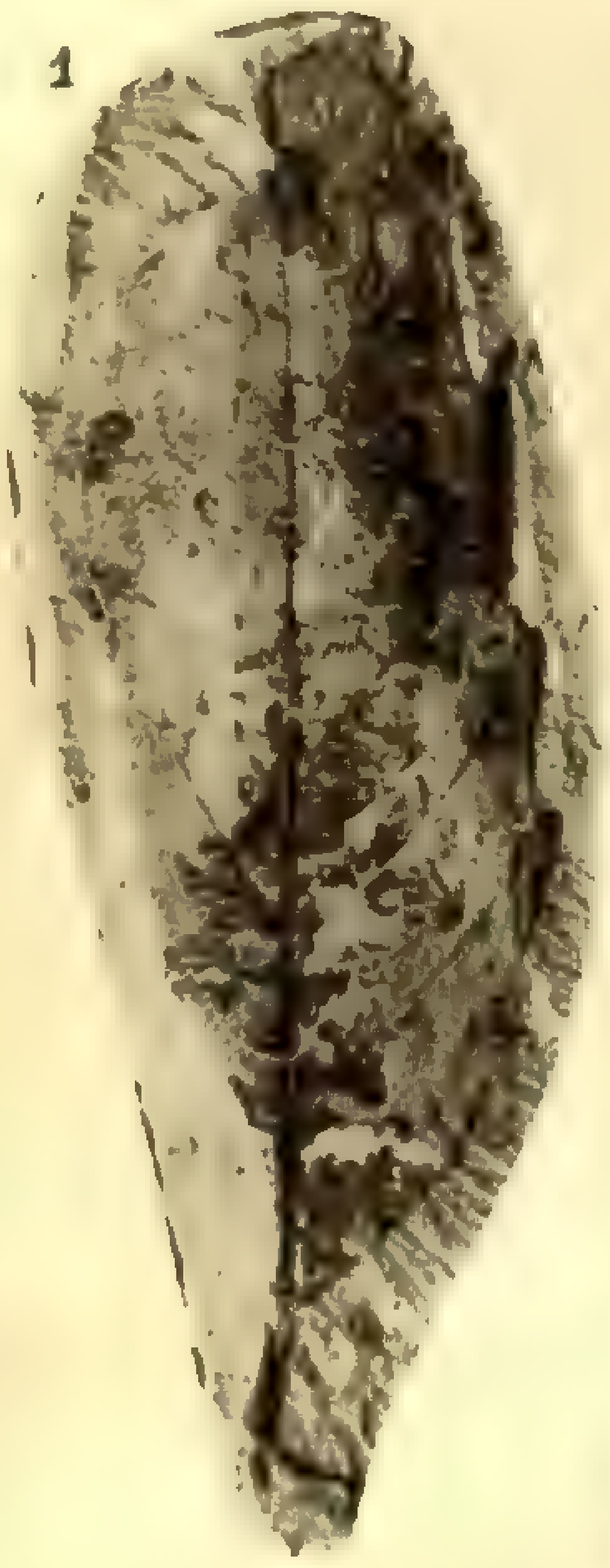
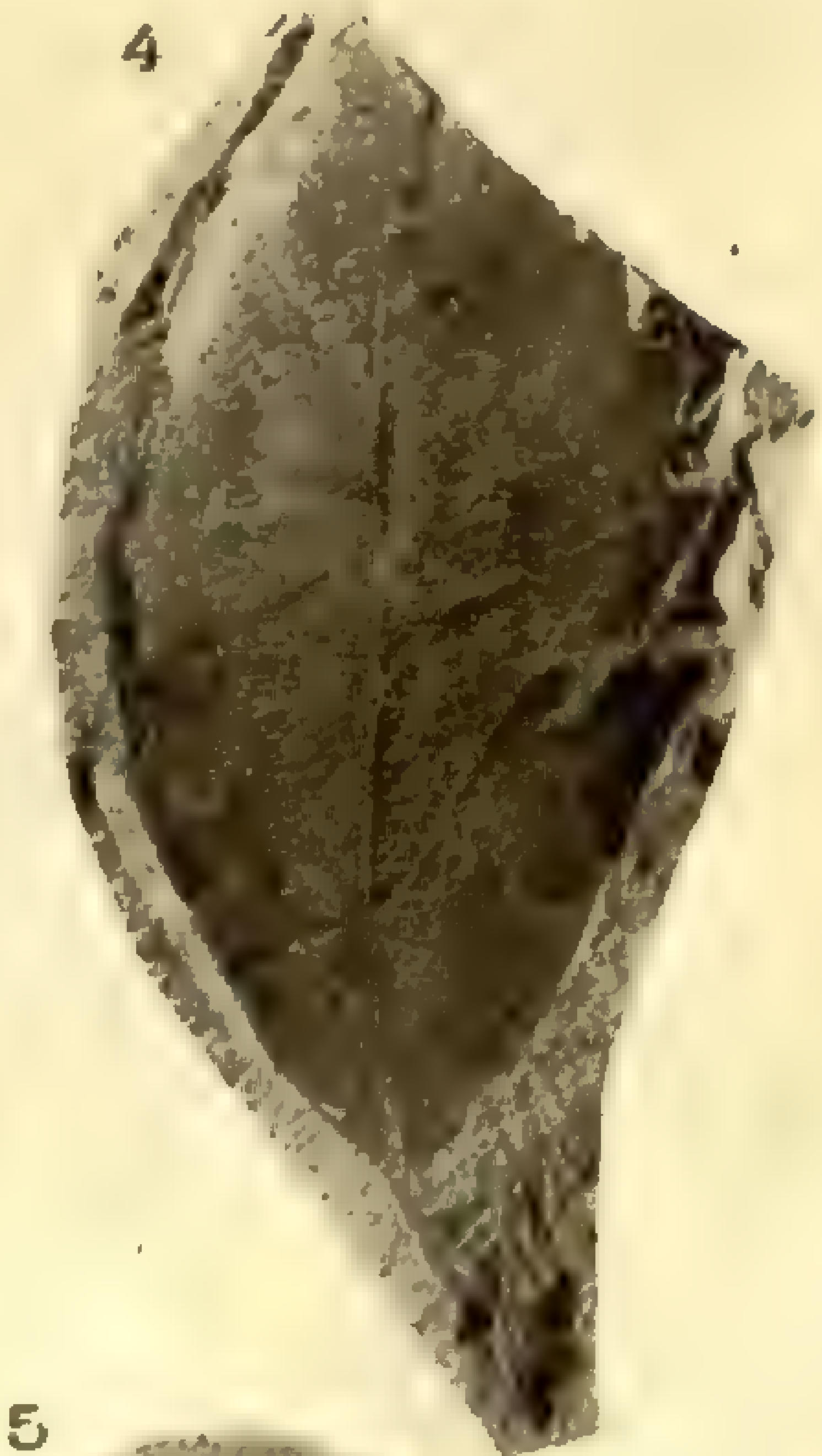

m
Tme
Tmc
S.t b
Sc

Fig 5

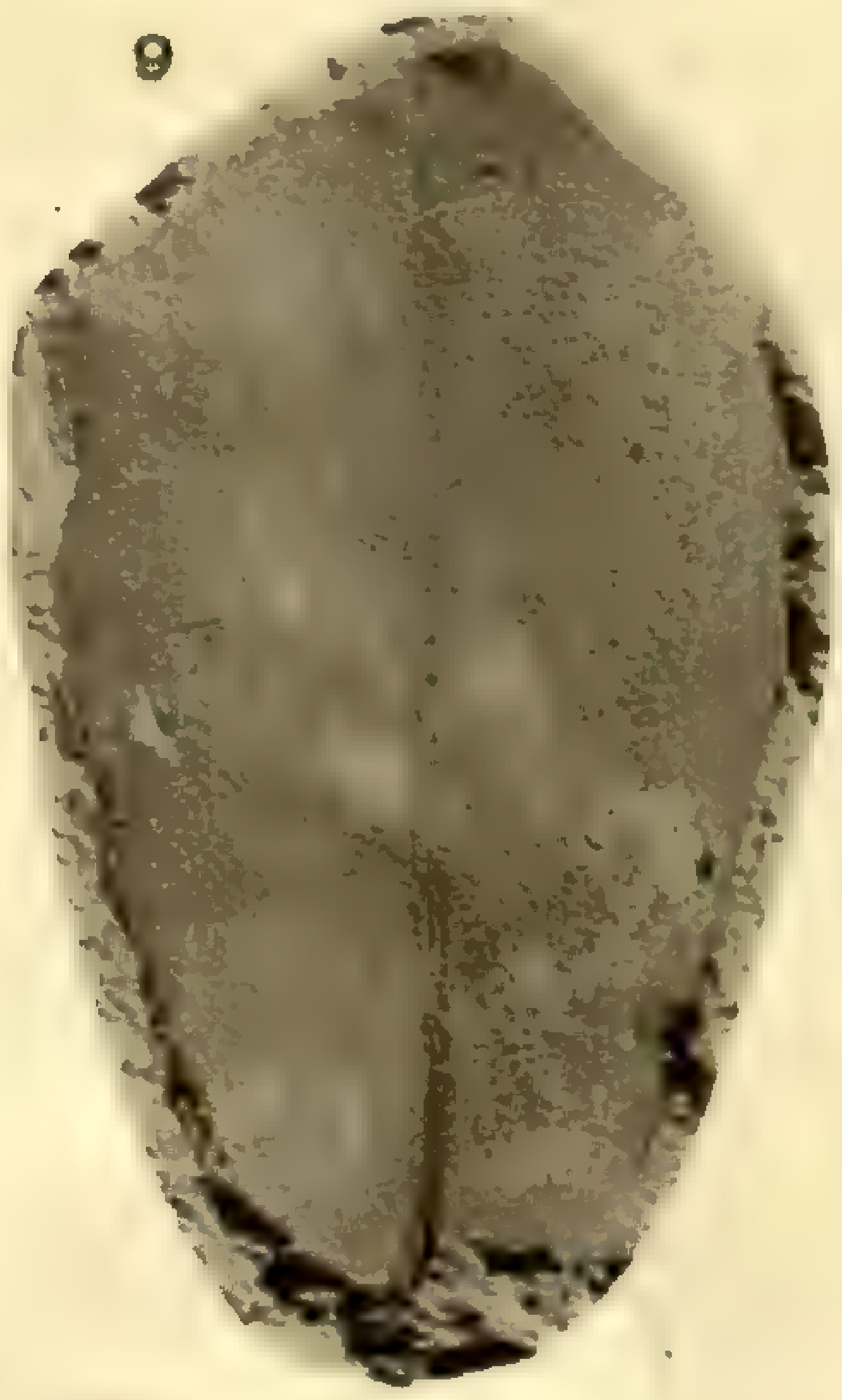
1



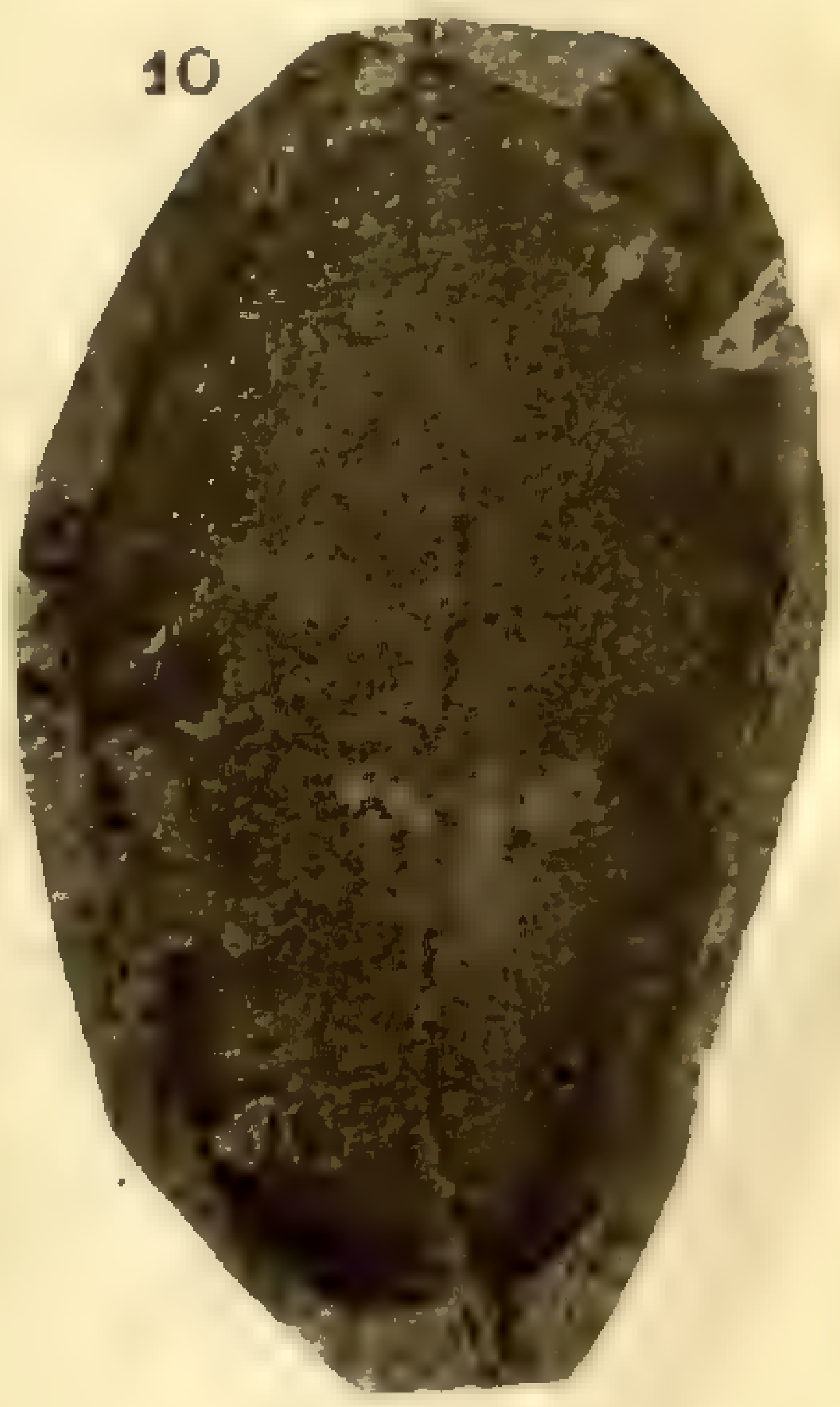
4



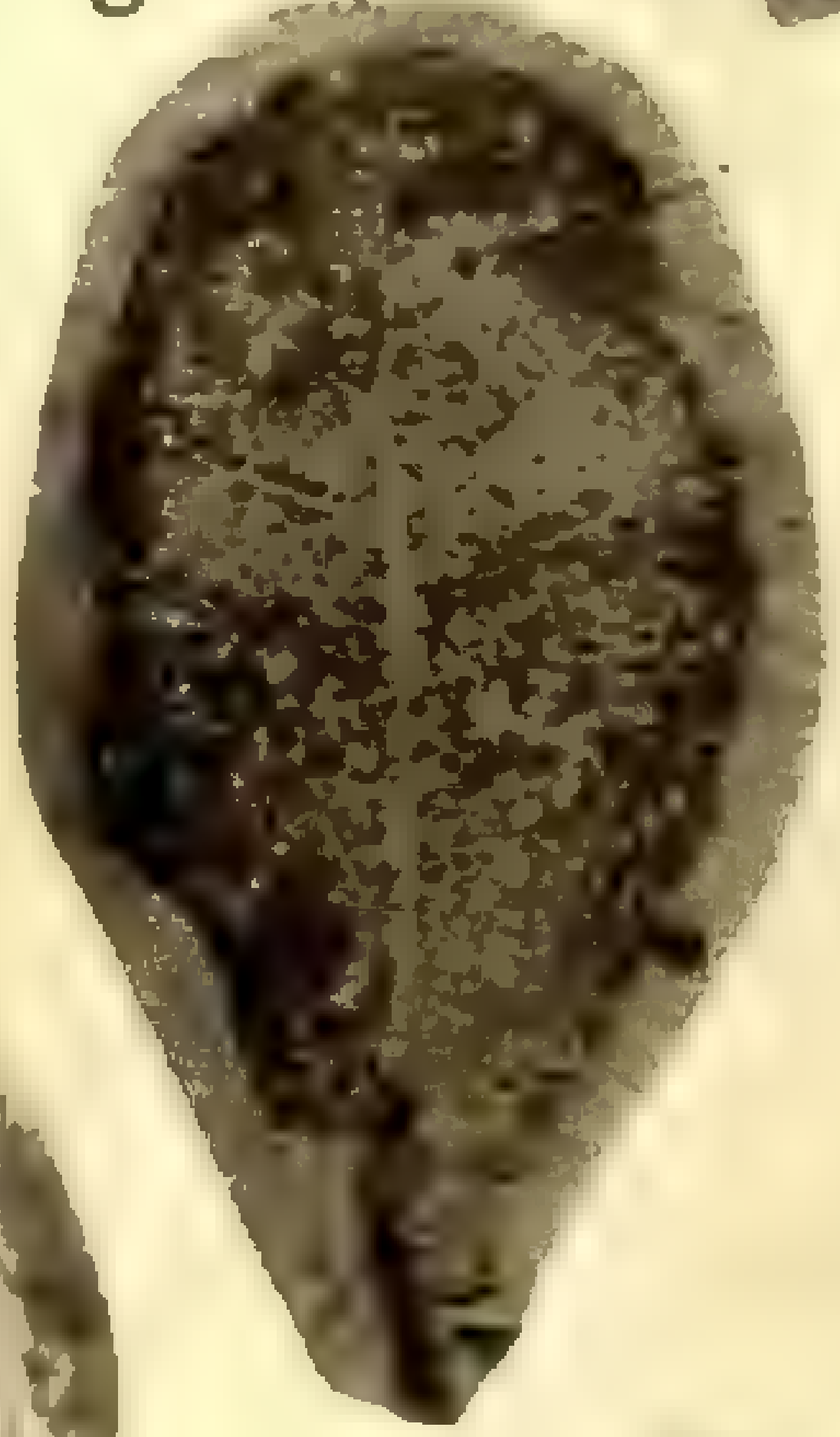
9



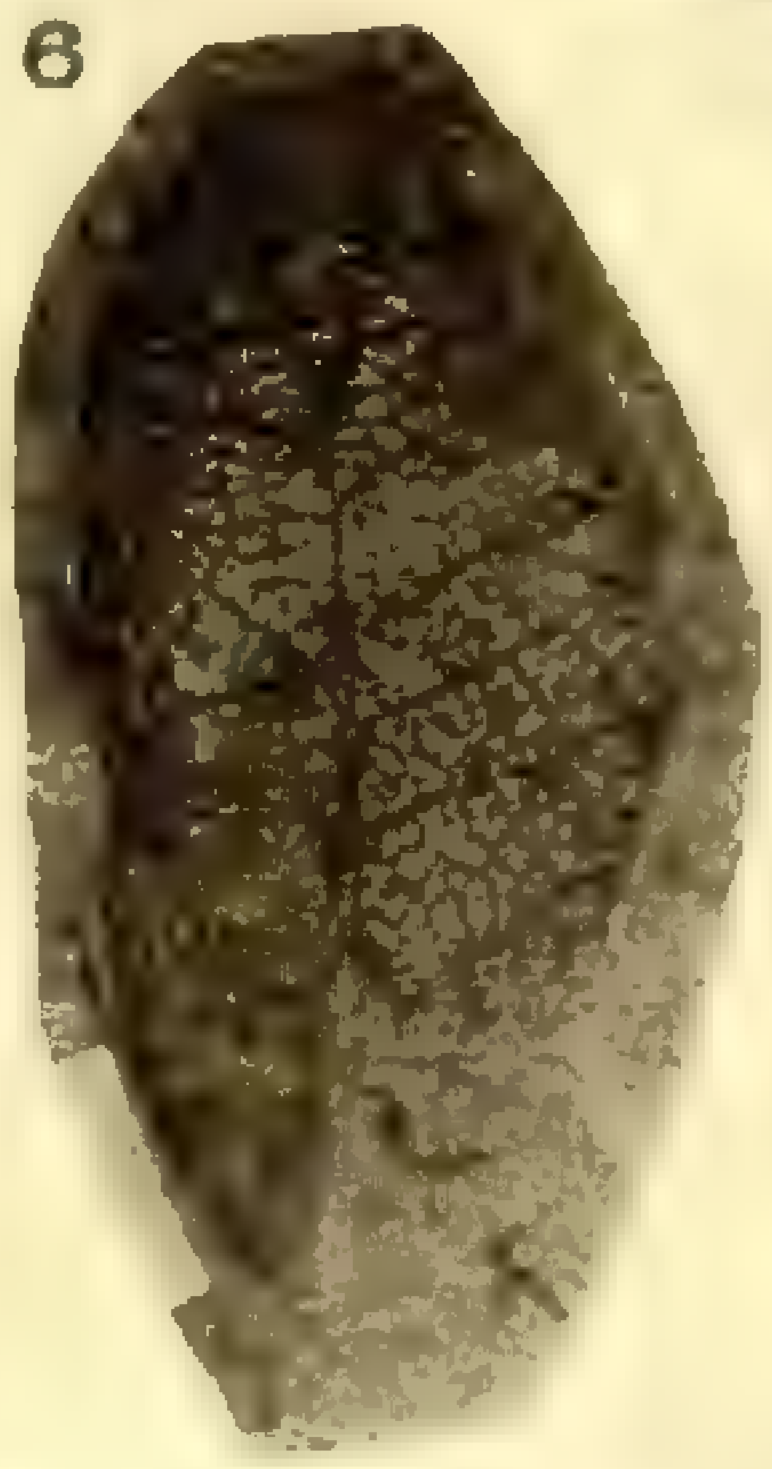
10



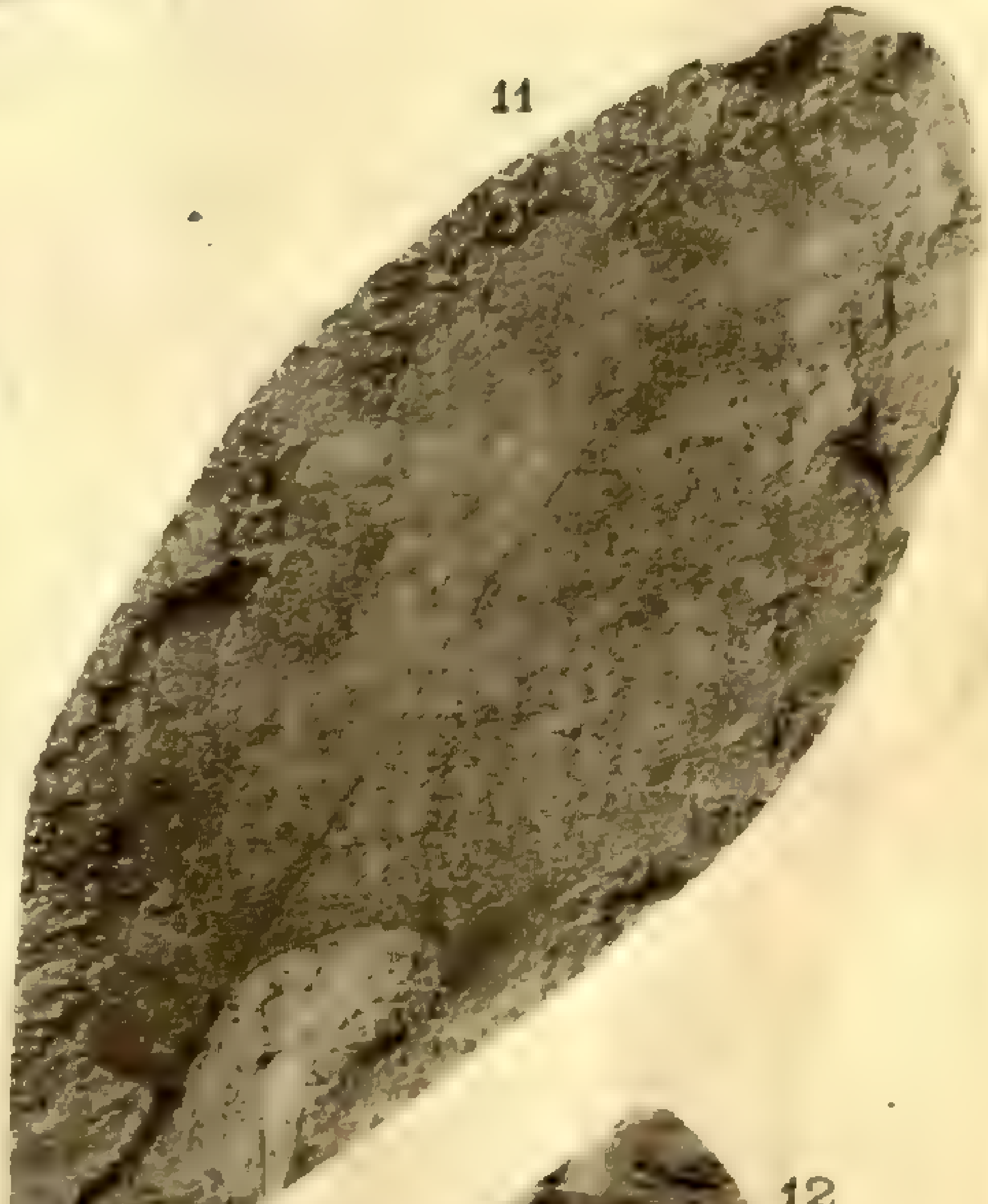
5



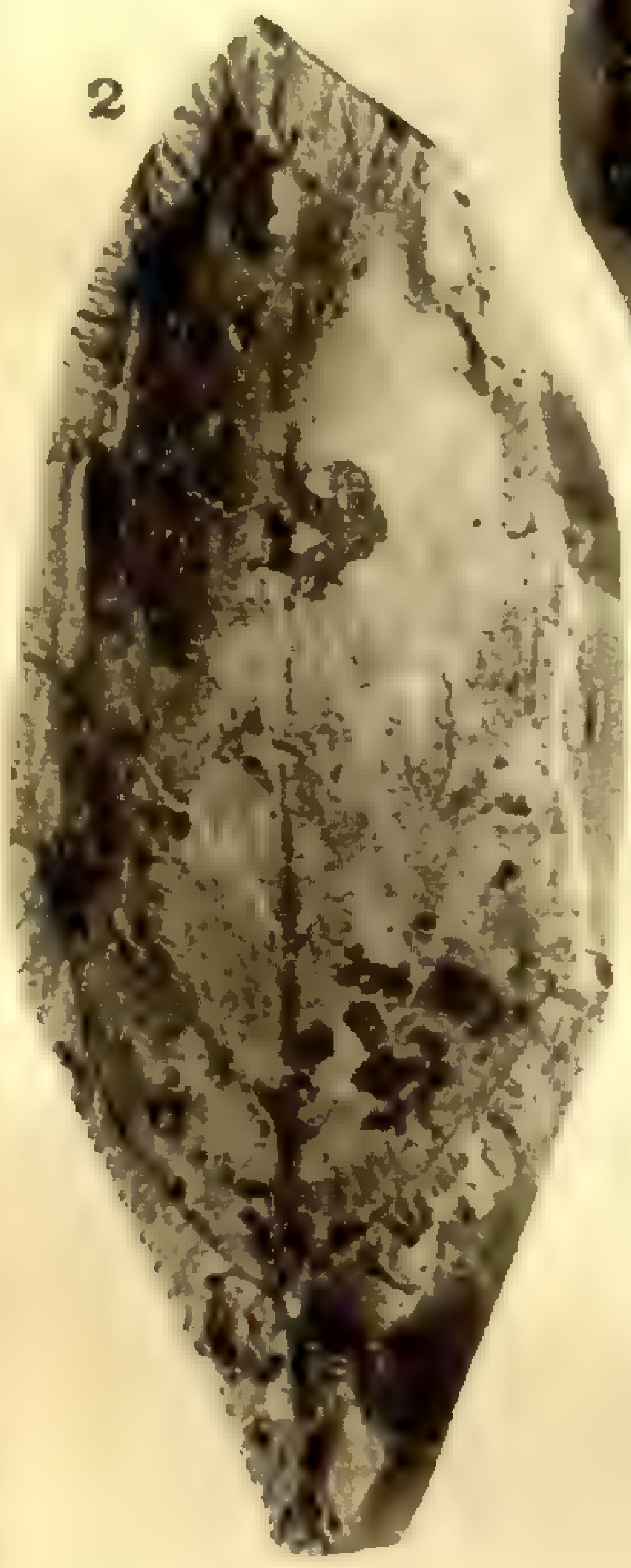
6



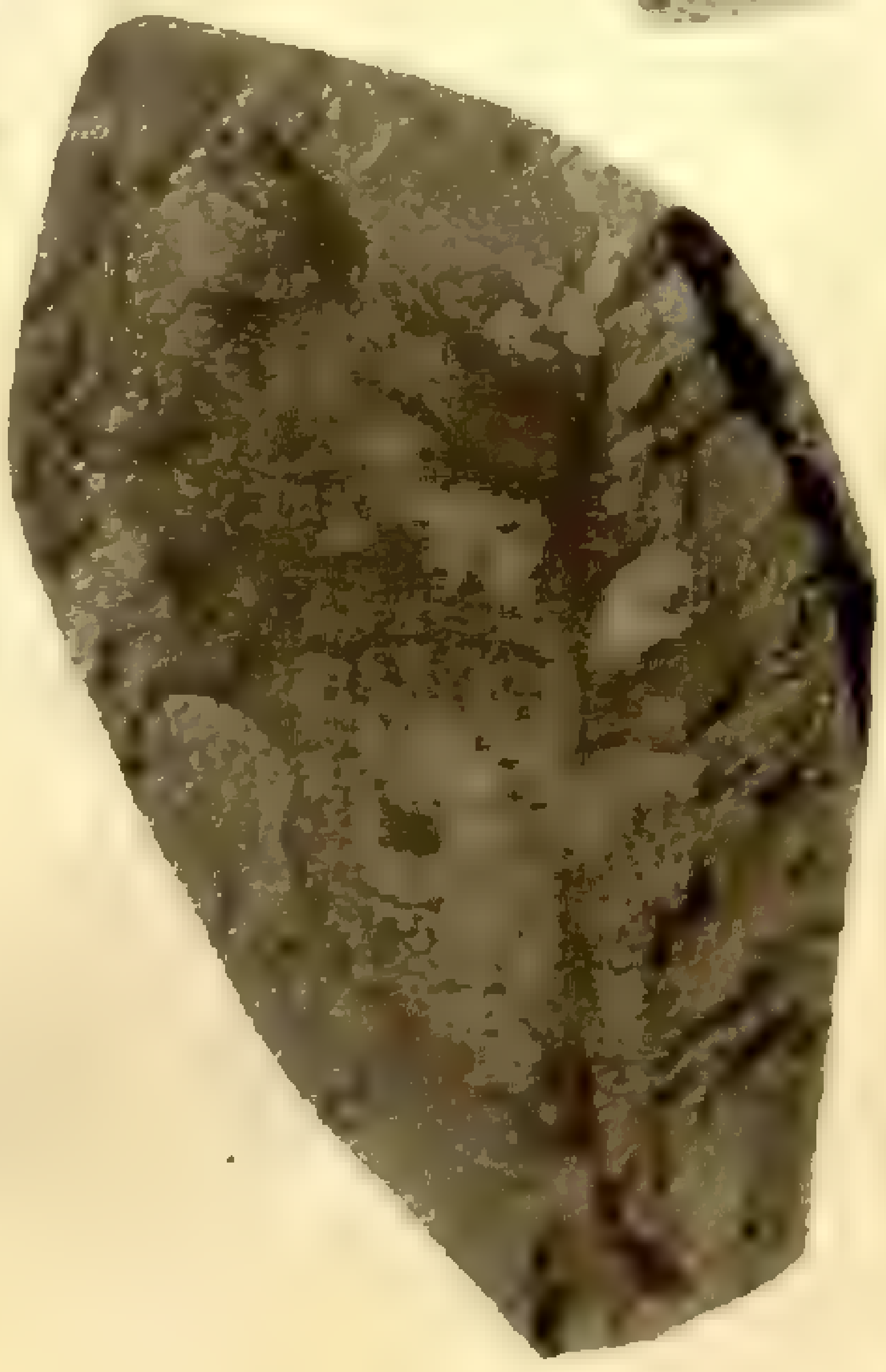
11



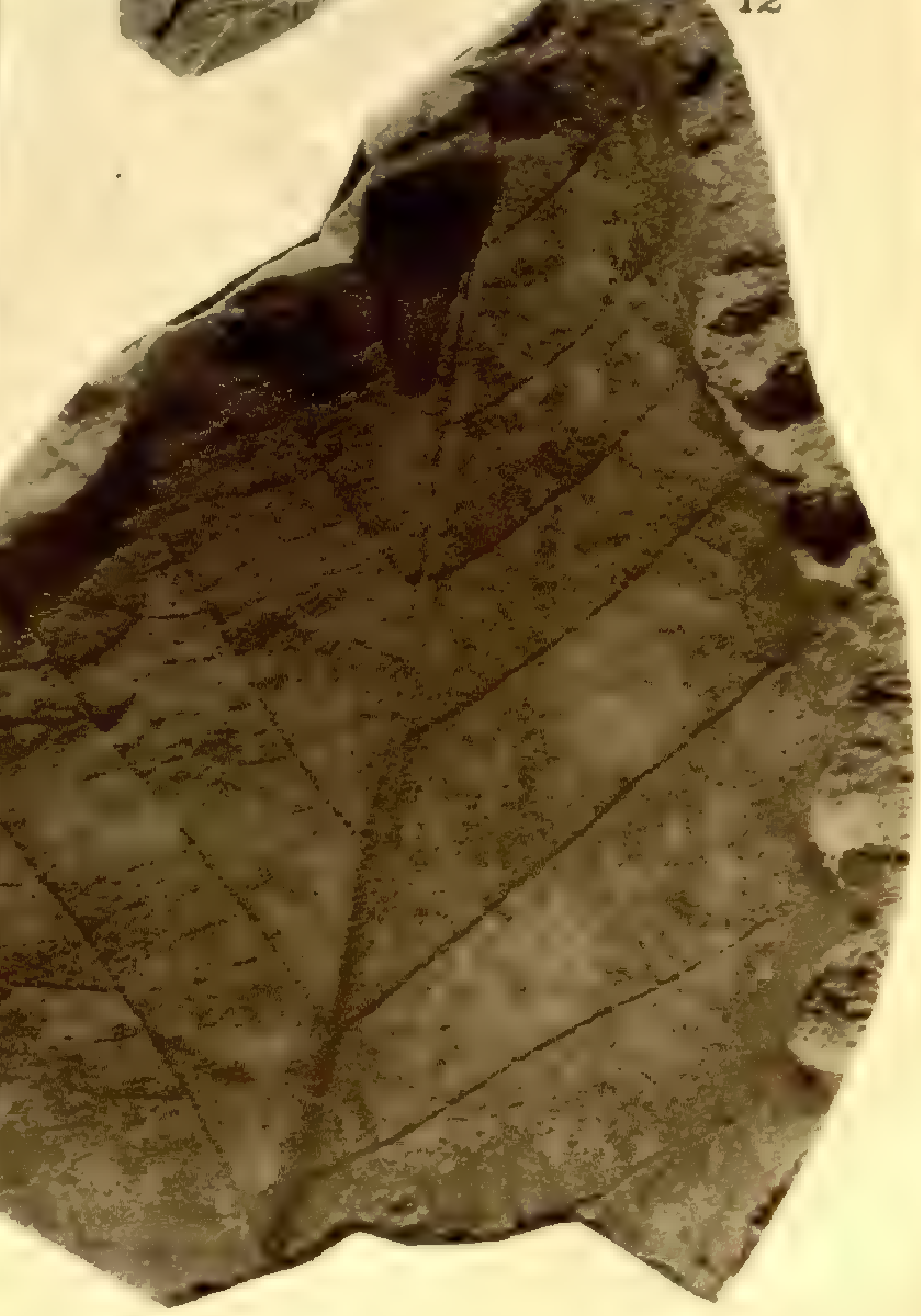
2



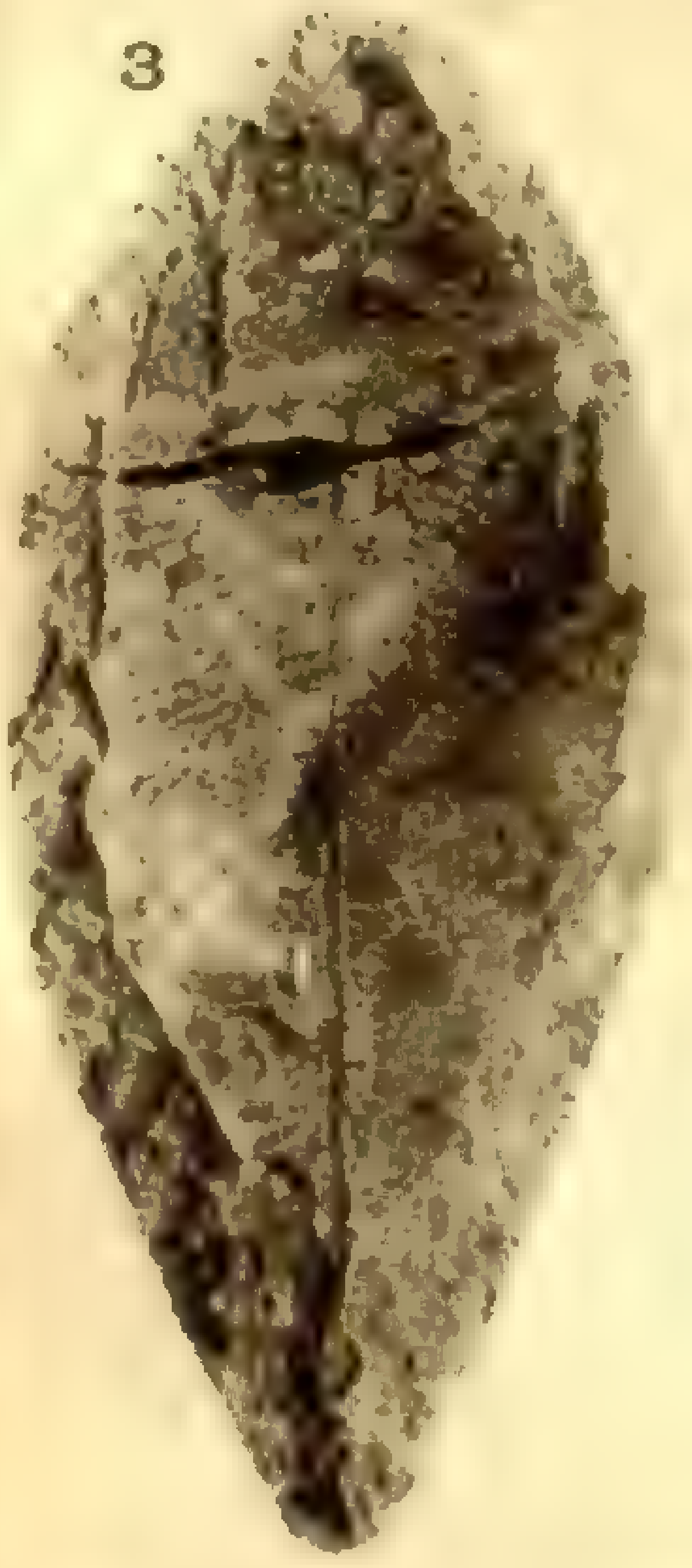
7



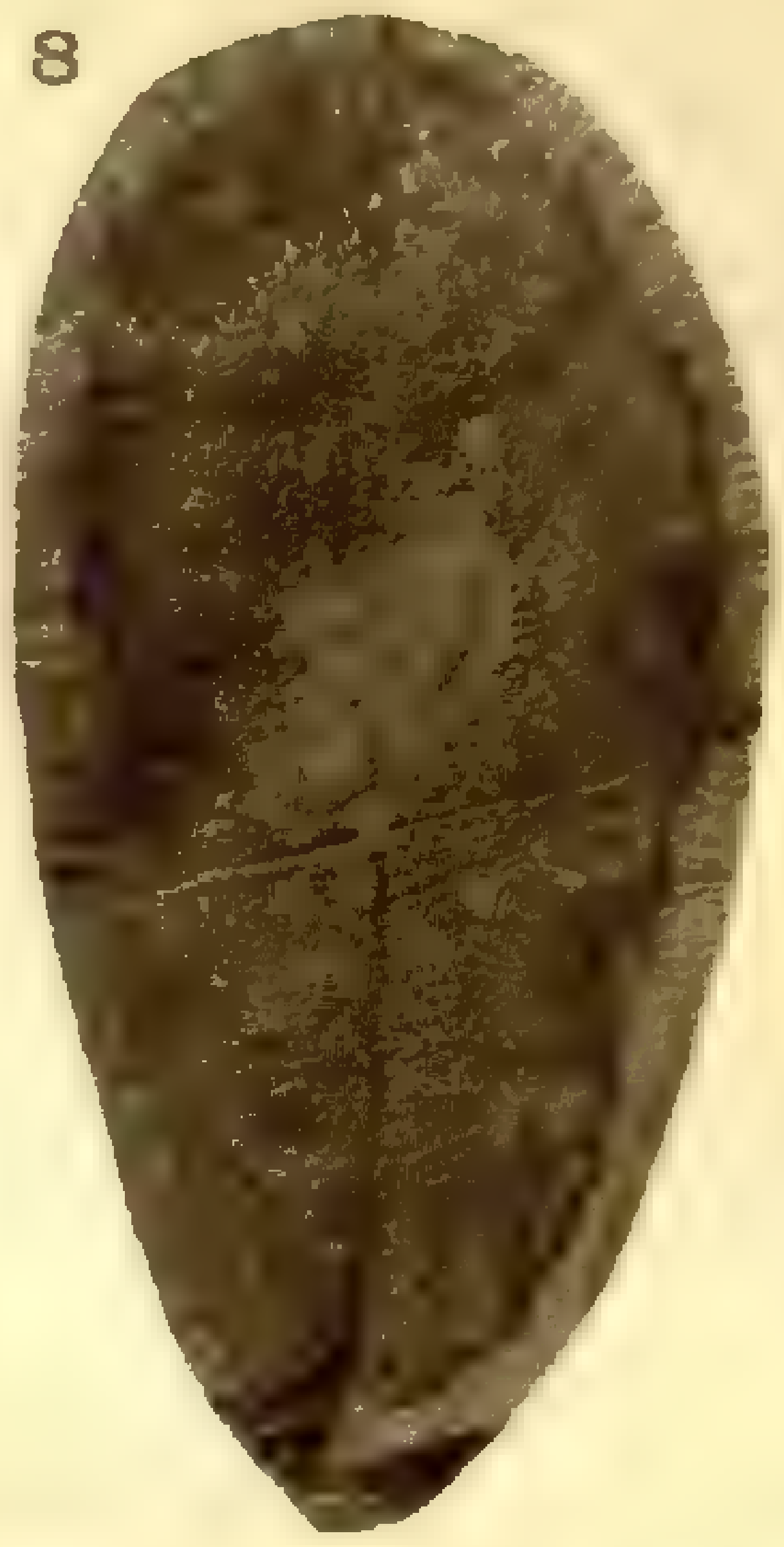
12



3

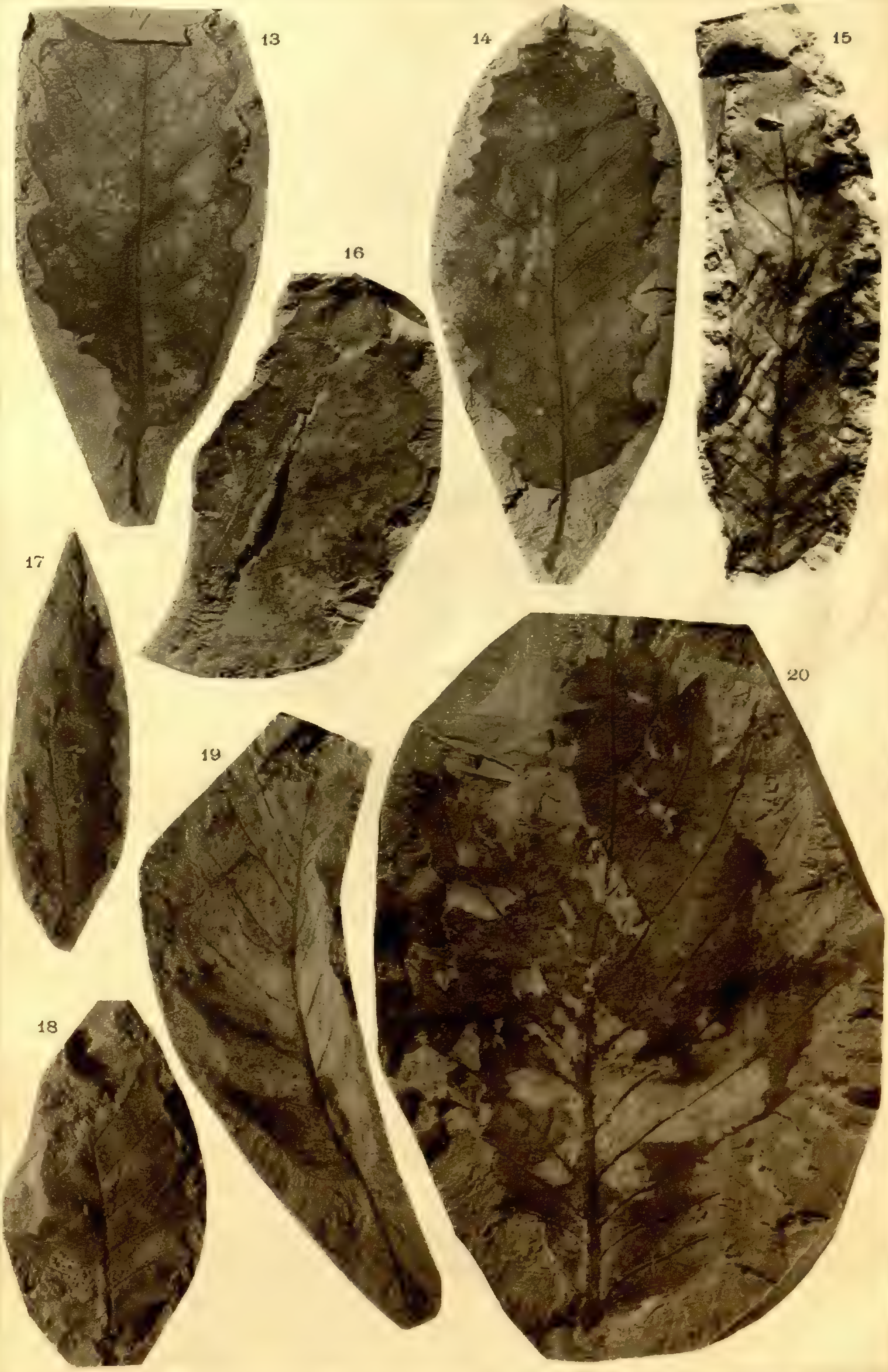


8



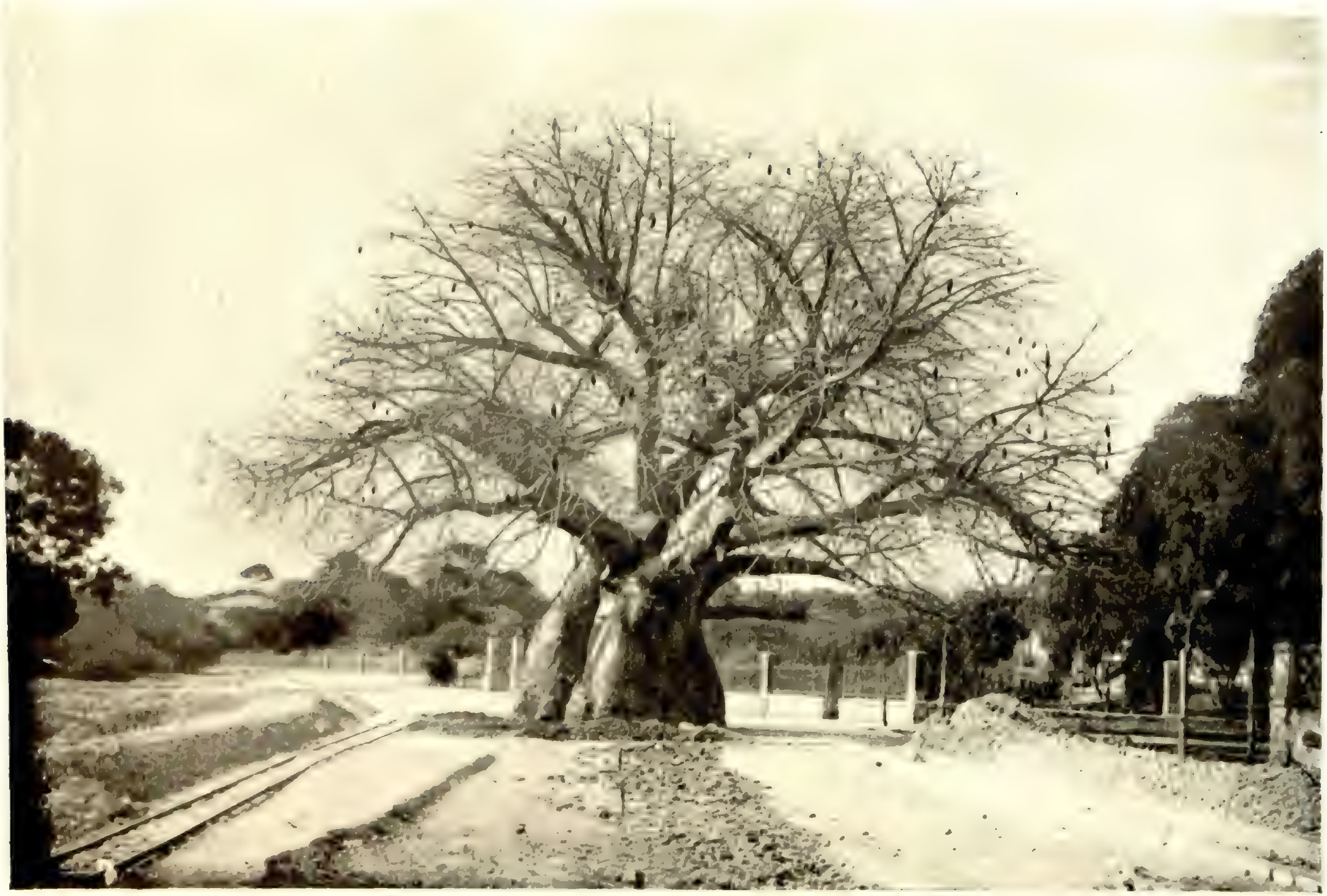
DEPAPE, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Chênes tertiaires de la Vallée du Rhône


13
14
15
16
17
20
19
18

DEPAPE, PHOT.
E. LE DELEY, IMP.

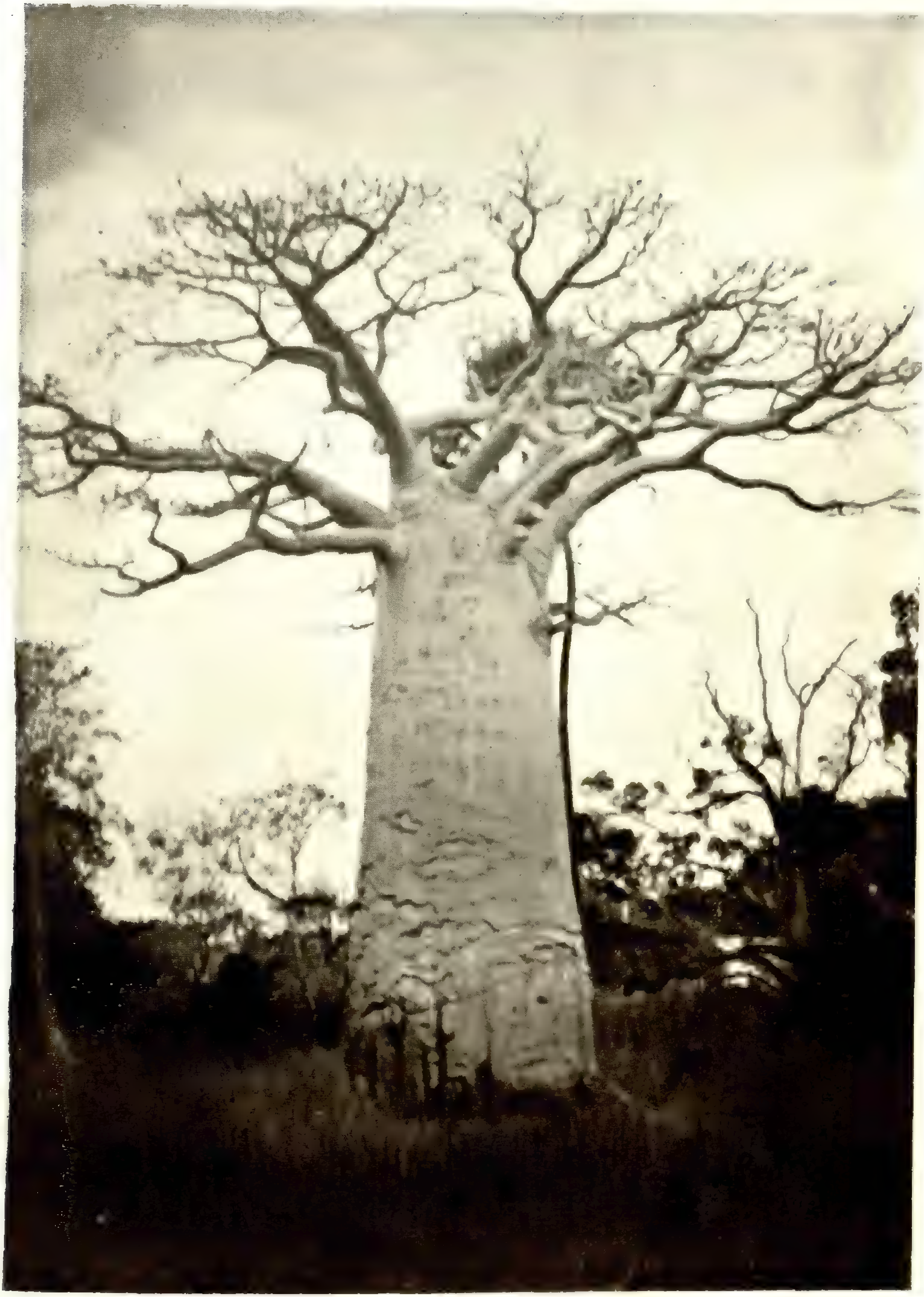
Chênes tertiaires de la Vallée du Rhône



Perrier Phot. Bertin sc.

Adansonia digitata, à Majunga.

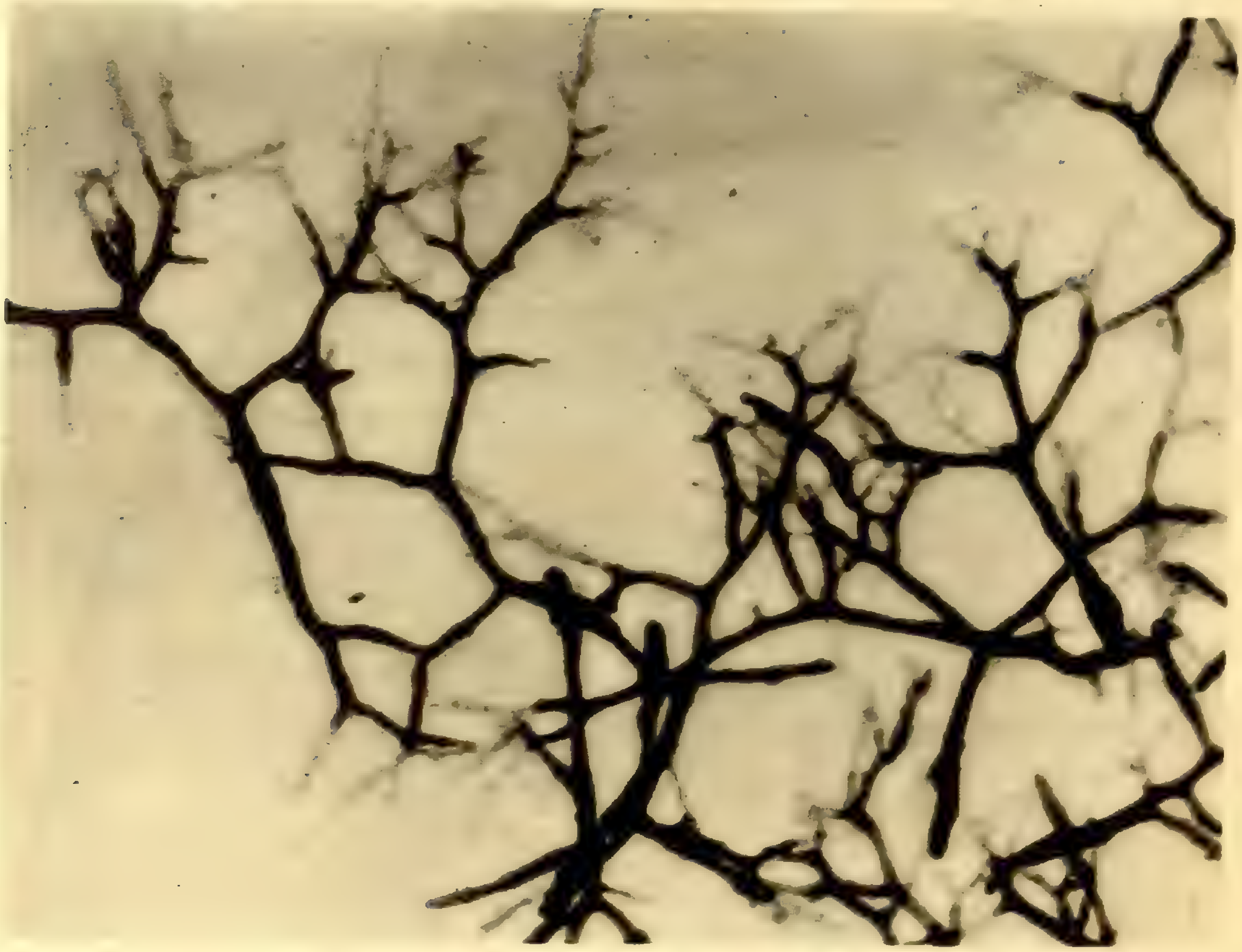
LILLE.—IMP. LEBIGOT FRÈRES.



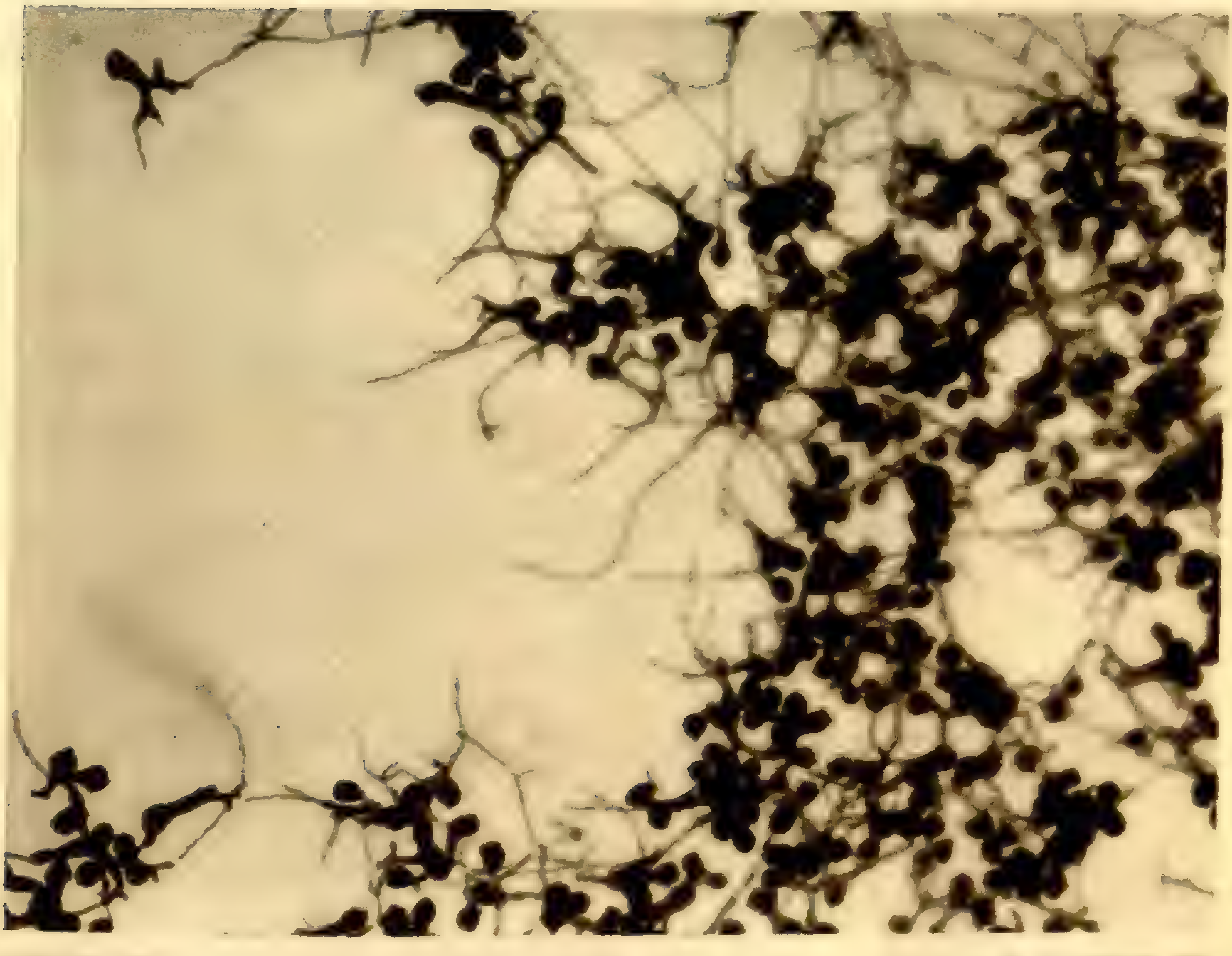
Perrier Phot. *Bertin sc.*

Adansonia Grandidieri

LILLE IMP. LEBIGOT FRÈRES.



1

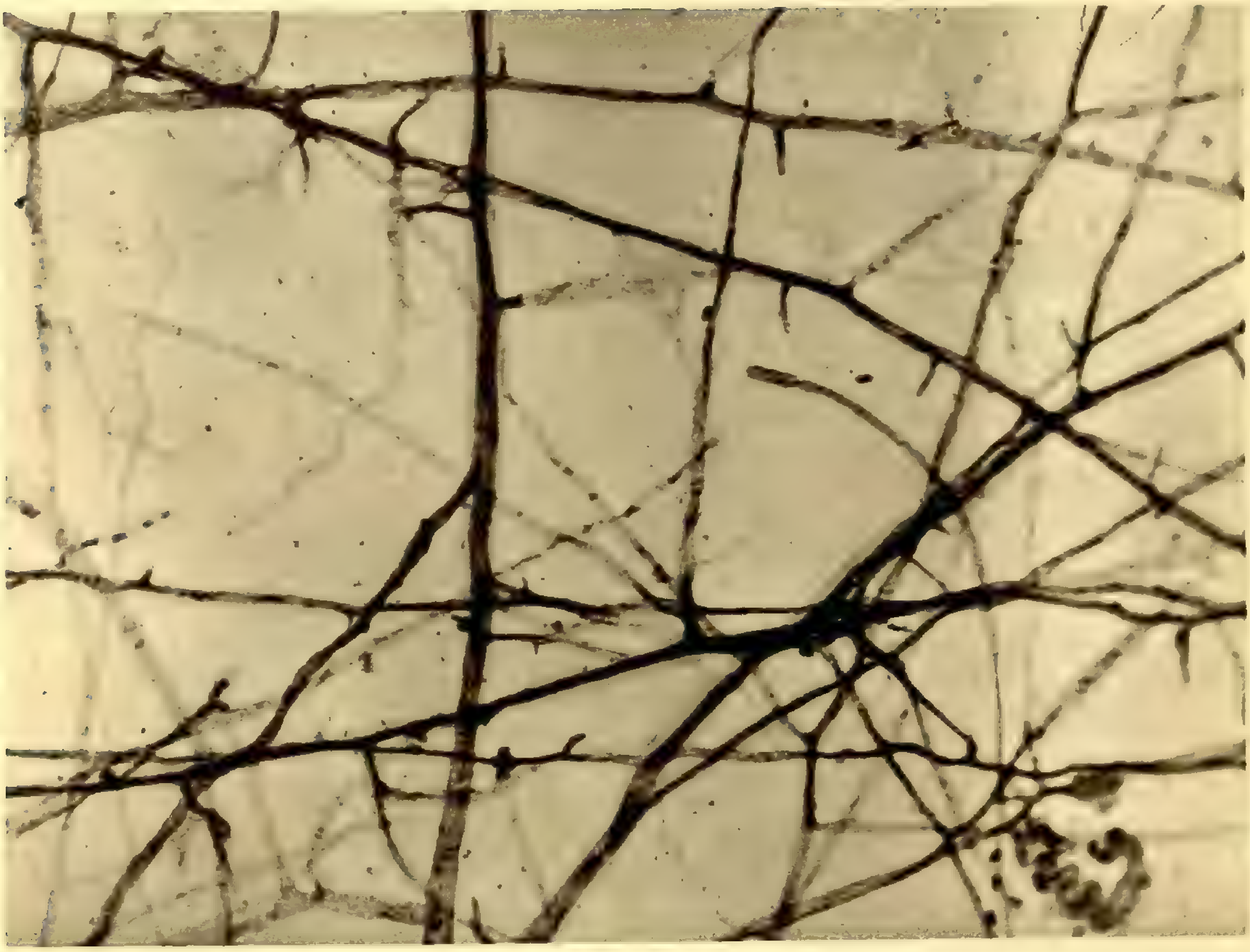


2

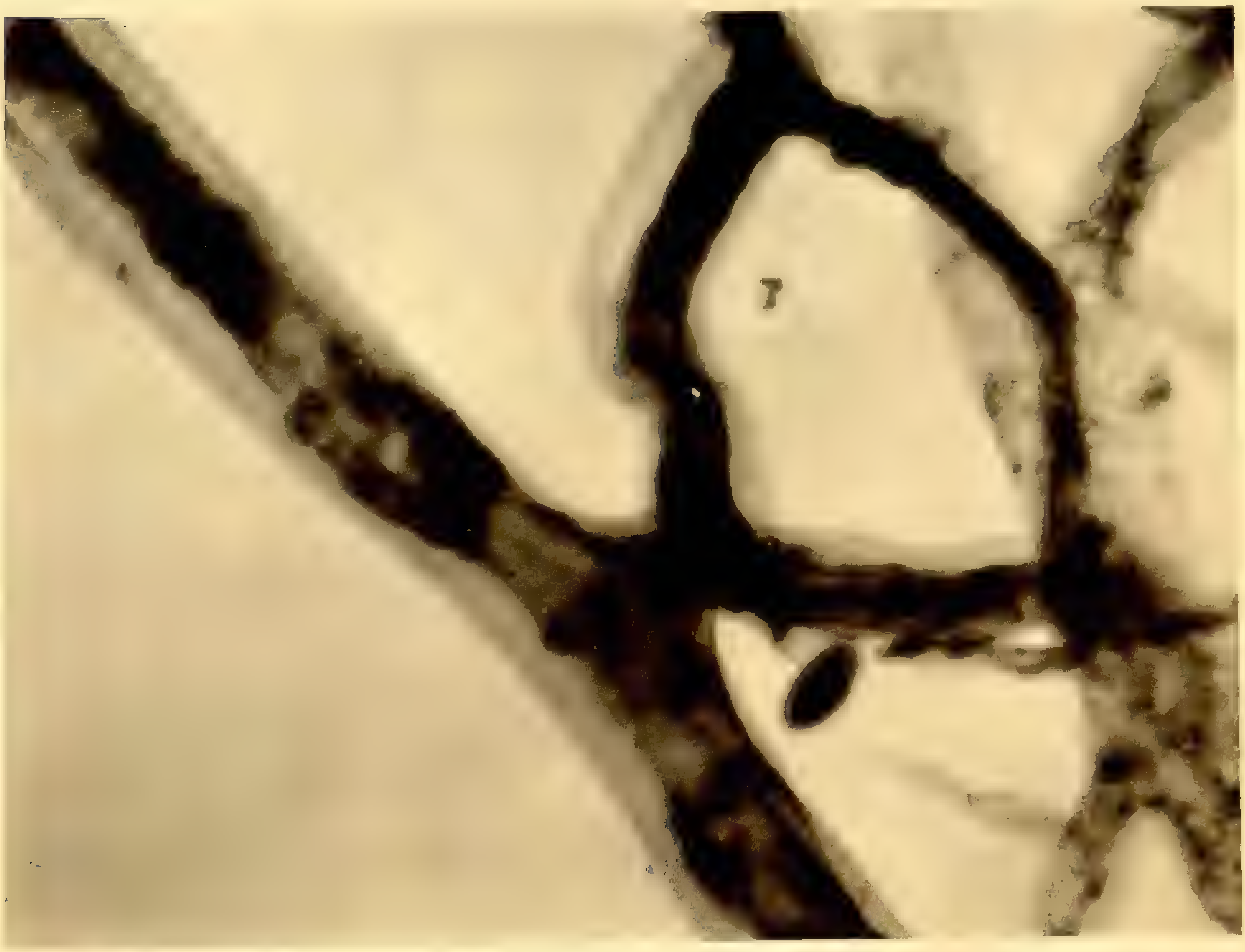
RAYBAUD, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

1. - Passage de l'obscurité à la lumière (contraction du protoplasma)

2. - Passage de la lumière à l'obscurité (expansion du protoplasma)



1



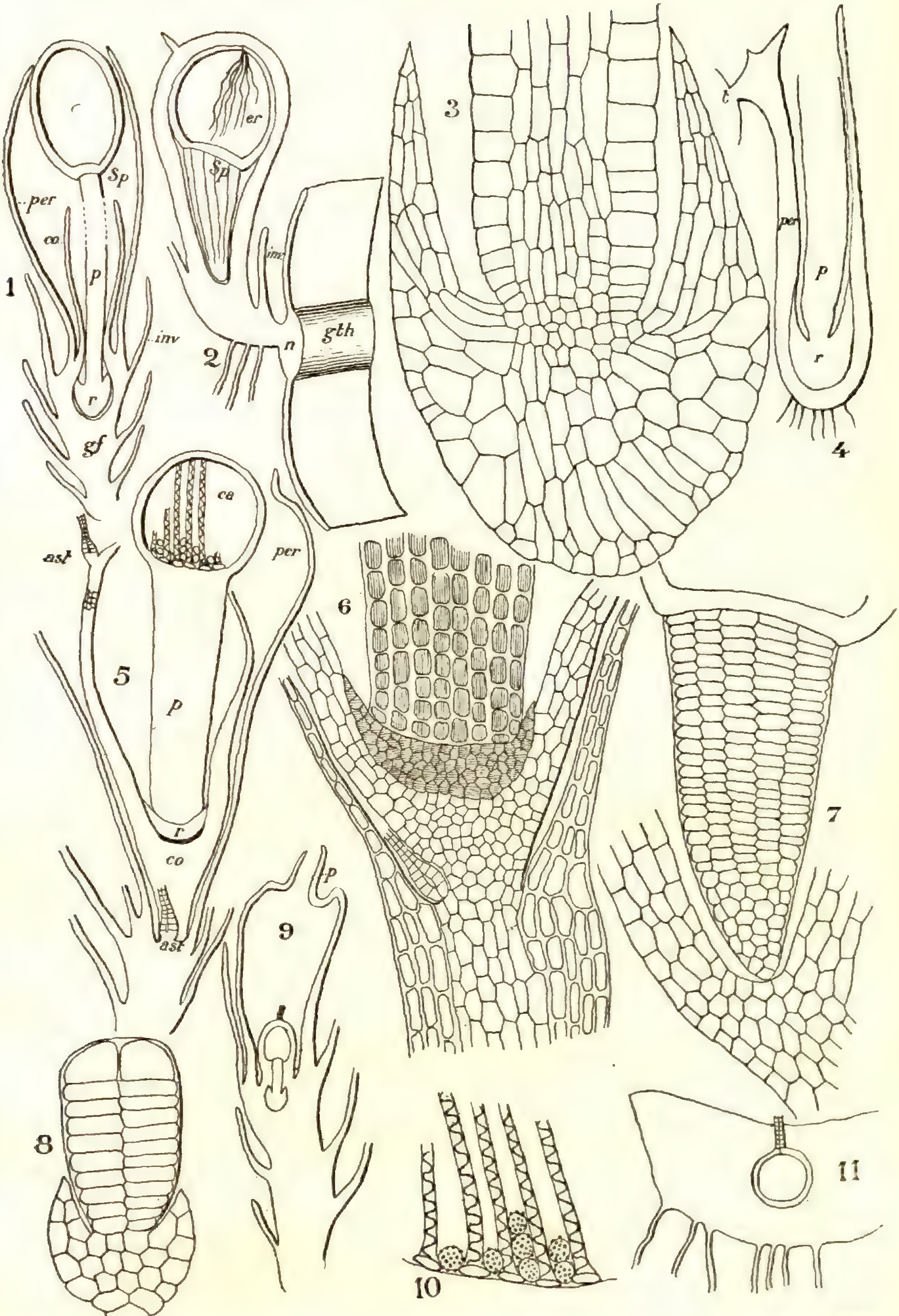
RAYBAUD, PHOT. 2 E. LE DELEY, IMP.

Contraction du protoplasma sous l'influence des radiations ultra-violettes

1

RAYBAUD, PHOT. 2 3 E. LE DELEY, IMP.

Influence de la transpiration et des milieux acides sur le Rhizopus nigricans


1
per
co
Sp
p
inv
r
gf
ast
2
er
Sp
inv
n
gth
3
t
per
p
r
4
ca
per
5
p
r
co
ast
6
7
p
9
8
10
11

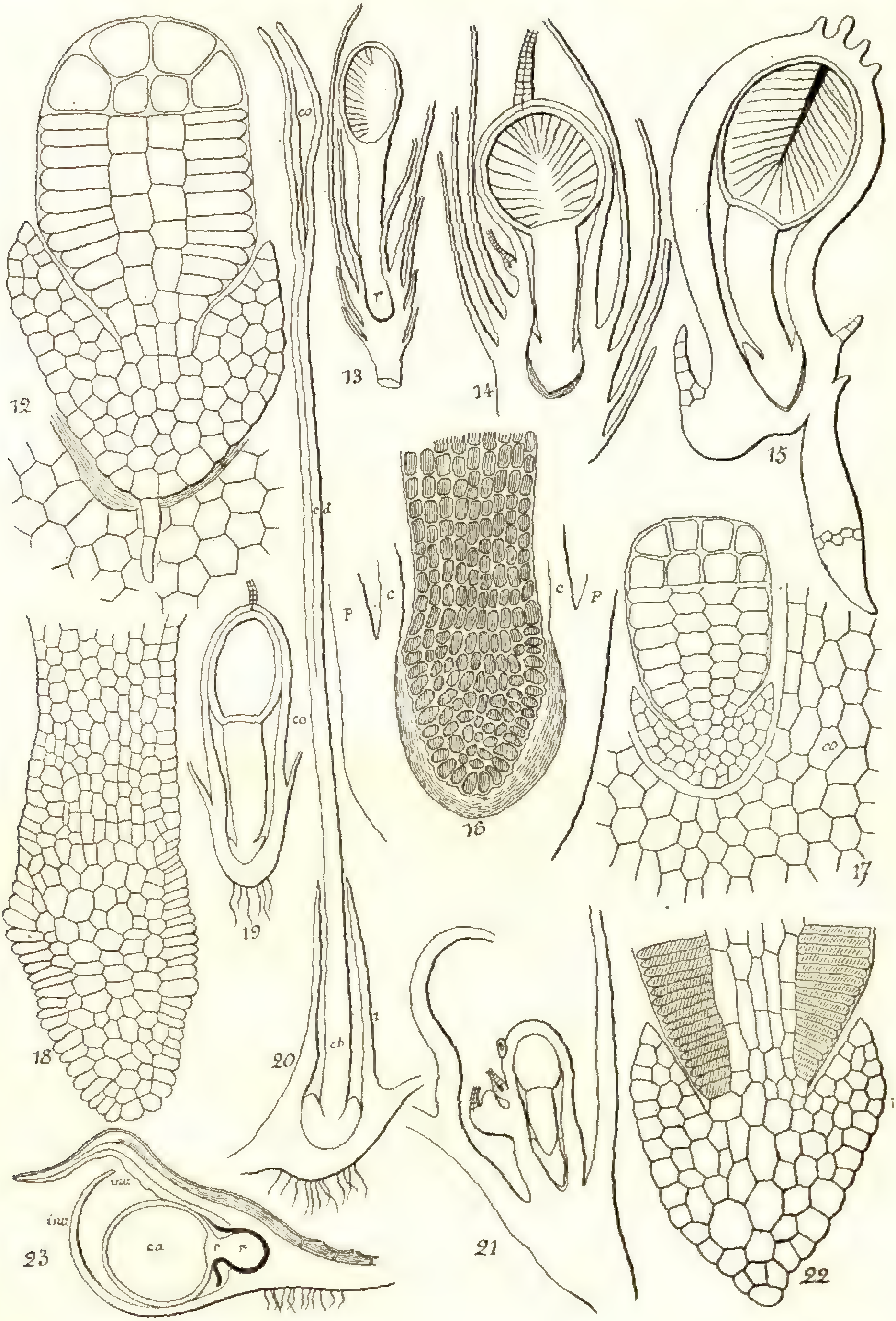
Douin del.

Bertin sc.

Riccia, Metzgeria

JUBULÉES, JUNGERMANNIÉES

LILLE.—IMP. LEBIGOT FRÈRES

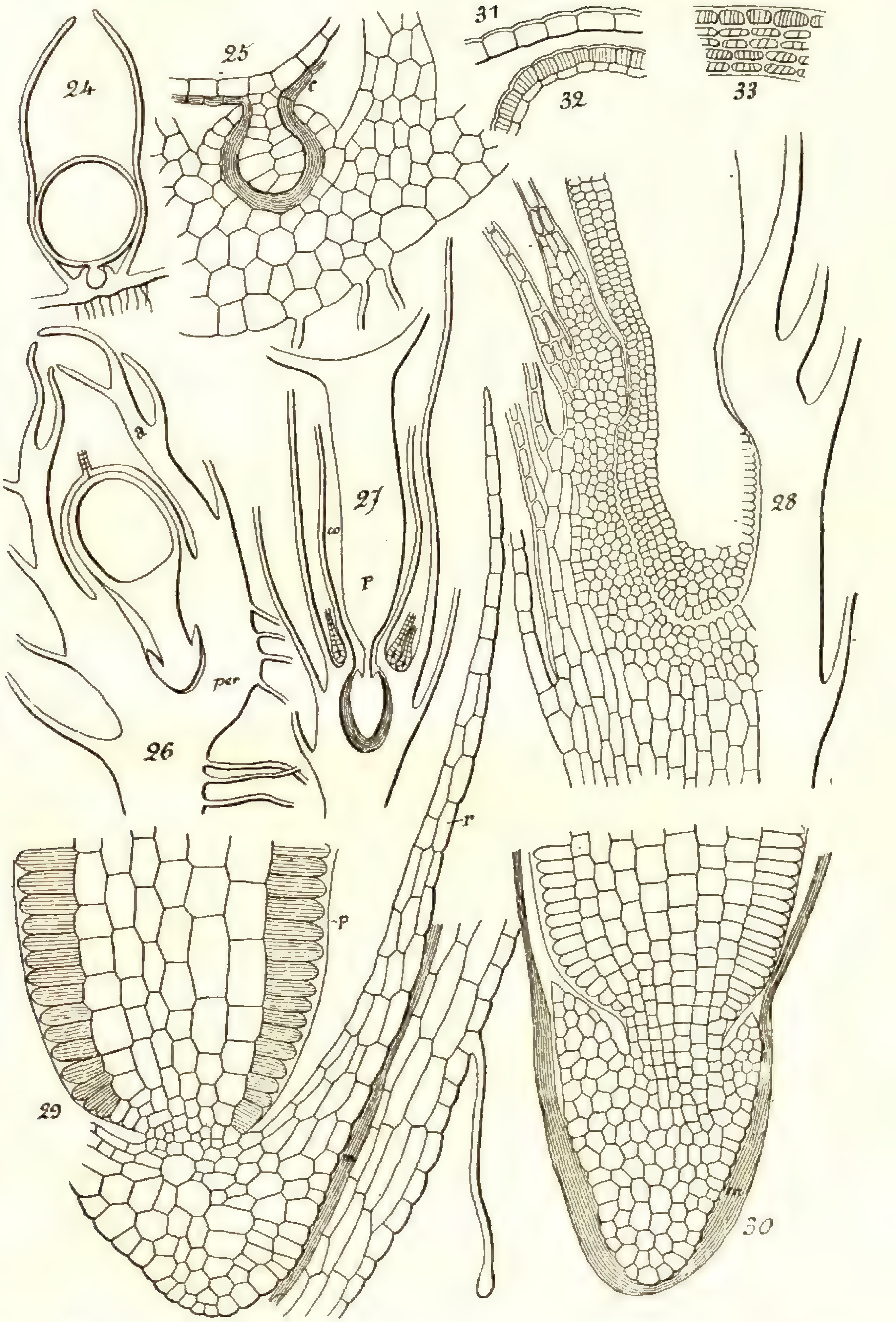

12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
co
r
cd
p
c
cb
i
inv
ca

Douin del. Bertin sc.

Aneura, Targionia, Anthoceros

JUNGERMANNIÉES

LILLE.—IMP. LEBIGOT FRÈRES.

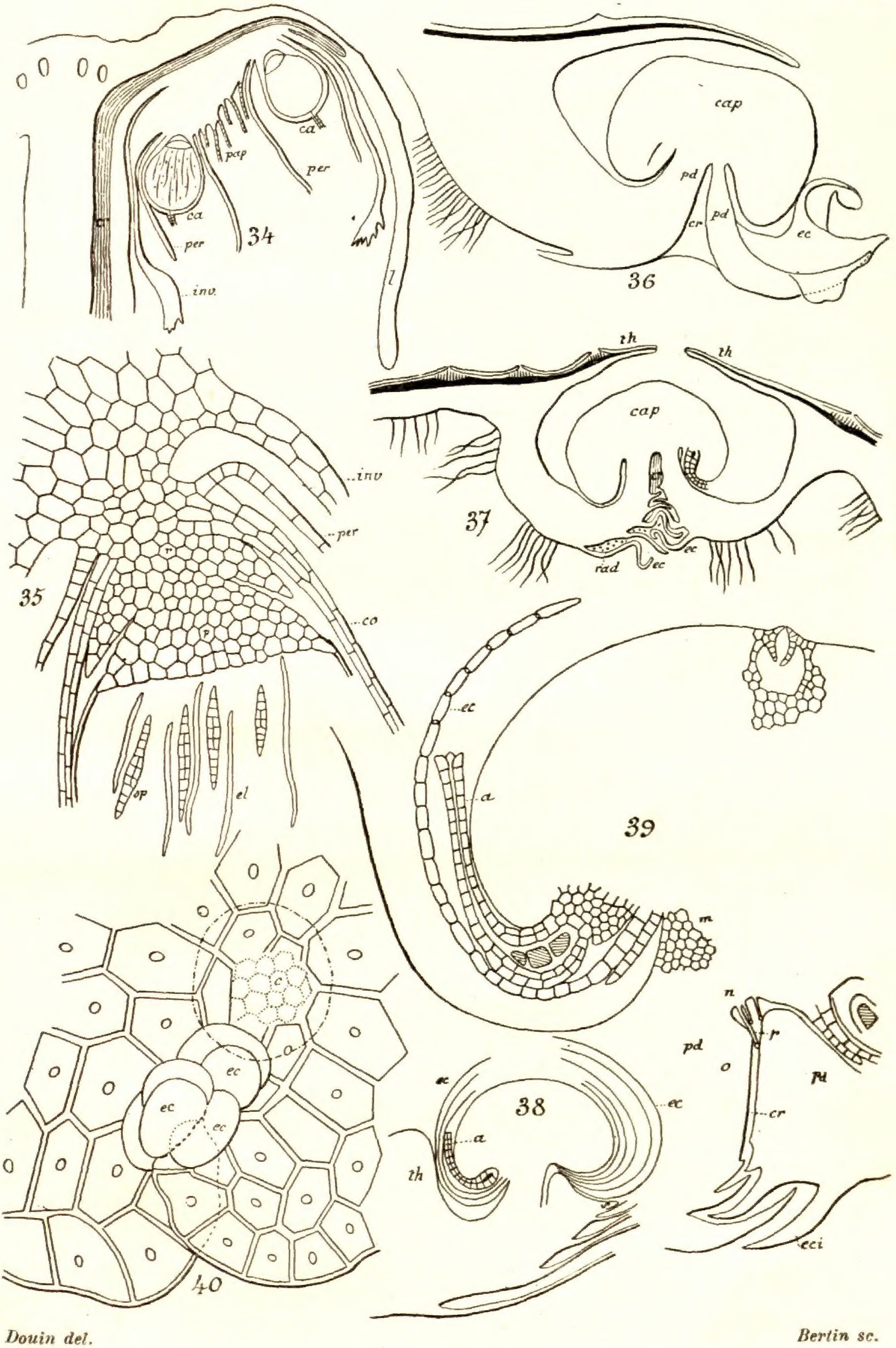

24
25
c
31
32
33
a
26
a
per
27
co
p
28
r
29
p
m
30

Douin del. *Bertin sc.*

Sphærocarpus

JUNGERMANNIÉES

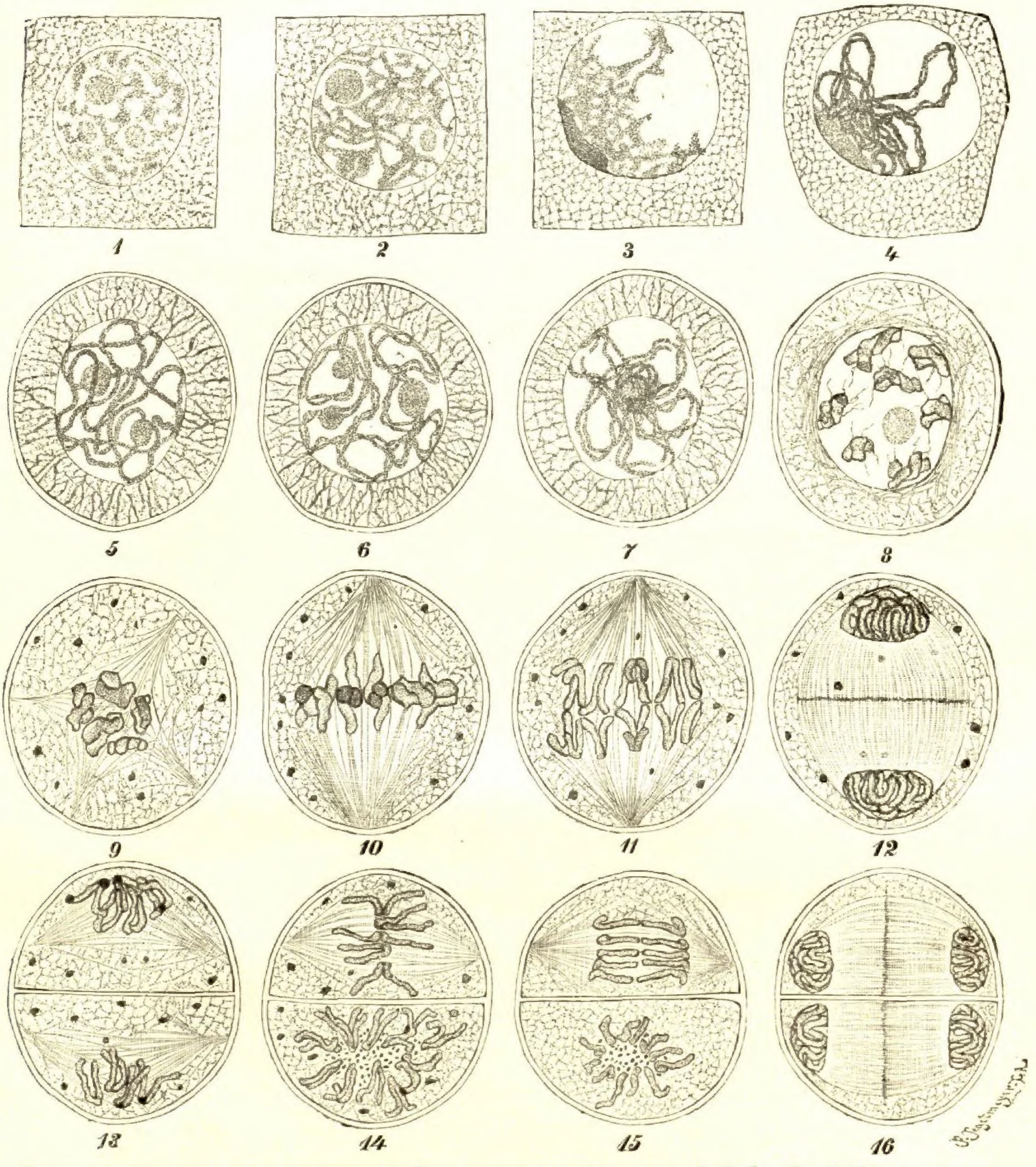
LILLE.—IMP. LEBIGOT FRÈRES


34
ca
pap
per
ca
per
inv.
l
36
cap
pd
cr
pd
ec
th
th
cap
37
rad
ec
ec
35
inv
per
co
p
p
op
el
ec
a
39
m
40
c
ec
ec
ec
ec
n
p
pd
o
pd
cr
eci
38
ec
ec
a
th

Douin del. *Bertin sc.*

MARCHANTIÉES

LILLE — IMP. LERIGOT FRÈRES.



Reproduction de figures de E. Strasburger (*Bonner Lehrbuch, VIII A., 1906*).

Cellules-mères du pollen d'un Lis en voie de division, un peu schématisées.

1. Cellule-mère avec noyau au repos. — 2. La séparation des chromosomes. — 3. Synapsis. — 4. Filament double en train de se fusionner. — 5. Peloton résultant du double filament fusionné et en apparence simple. — 6. Scission du filament se produisant de nouveau; le peloton est encore insegmenté. — 7. Le peloton se segmente par divisions transversales. — 8. Diacinèse. — 9. Disposition d'un fuseau multipolaire. — 10. Fuseau d'un noyau-mère, la plaque nucléaire est formée de chromosomes doubles. — 11. Division de réduction; les chromosomes s'écartant les uns des autres montrent une séparation partielle de leurs moitiés longitudinales. — 12. Disposition des noyaux-fils. — 13. Les moitiés longitudinales des chromosomes (chromosomes-filles) se disposent par paires dans le fuseau nucléaire. — 14. Fuseaux de noyaux-filles. — 15. Les chromosomes-filles s'écartent les uns des autres. — 16. Disposition des noyaux-petit-fils. (Grossissement 800).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Etranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Chauveaud, directeur-adj. à l'Ecole des Hautes-Etudes
Colin, (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes, docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.
Finet, préparateur au Muséum.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, professeur à l'Université de Lille.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur-adj. à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès sciences.

Gatin, docteur ès sciences, préparat. à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, docteur ès sciences.

Heckel, prof. à l'Université de Marseille.

Henry, prof. à l'École forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, prof. au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), prof. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'École de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'École des Sciences du Havre.

Lesage, professeur-adj. à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, prof. à l'Univ. de Besançon.

Maige, professeur à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, prof.-adjoint à la Sorbonne.

Palladine, prof. à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (O^{ve}), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), doct. ès sciences.

Sabline, de l'Univ. de St-Pétersbourg.

Seignette, docteur ès sciences.

Smirnoff, de l'Université de St-Pétersbourg.

Téodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, prof. à l'École de médec. d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observat. du Mont-Blanc.

Van Tieghem, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de Conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, prof. à la Faculté de méd. de Nancy.

Warming, prof. à l'Univ. de Copenhague.

Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

Lille.— Imp. Le Bigot Frères.

Le Gérant, Ch. Pieters.